

DER PHYSIK UND CHEMIE.
BAND XXXIX.

I. Ueber Höfe und Nebensonnen;
von G. Galle.

(Schluss von Seite 31.)

Nach Vorausschickung dieser numerischen Ergebnisse der Beobachtungen stelle ich die Theorie der Erscheinungen, in so weit ich sie mir erklären zu können glaube, in folgende Uebersicht zusammen.

I. Von der Krystallform des Eises.

Aus mehreren unmittelbaren Beobachtungen der Schneekristalle, so wie aus dem was die Gesammterscheinungen der Ringe und Nebensonnen schließen lassen, kann man kaum umhin, anzunehmen, dass das Krystallsystem des Eises das drei- und -einaxige oder rhomboedrische sey. Auch sprechen die optischen Untersuchungen des dichten Eises dafür, obwohl es nicht nothwendig ist, dass das dichte Eis mit den Schneekristallen zu demselben System gehöre. Es sind freilich auch einige Analoga aufgefunden worden, wonach es wahrscheinlich ist, dass die sechsstrahligen Schneesterne und selbst die sechsseitigen Blättchen eher für Gruppirungen und Zwillingsverwachsungen anderer Systeme als des rhomboedrischen zu halten wären; jedoch ist dies eintheils nicht durch directe Beobachtungen festgestellt, anderntheils ist es für das Folgende gleich, ob die rhomboedrischen Formen wirklich oder scheinbar sind, daher ich zunächst bei der ersten Annahme stehen bleibe. Für die Erklärung der gewöhnlichen und am zuverlässigsten beobachteten farbigen Ringe, Nebensonnen und weissen

Streifen, bedarf es nur der Annahme von dreierlei Flächen, deren Nicht-Existenz im Falle des drei- und einaxigen Systems ungewöhnlich seyn würde, und die von den Beobachtern der Schneekristalle wirklich gesehen, wenn auch nicht gemessen worden sind. (Man vergleiche hierüber Berzelius, Jahresbericht, No. III S. 57, Haidinger, *Edinb. Journ. of sc. VI*, p. 278.) Diese Flächen sind:

1) die des sechseitigen mit der Hauptaxe parallelen Prismas, von denen die vorderen mit A' , A'' , A''' , die hinteren mit $[A']$, $[A'']$, $[A''']$) bezeichnet werden mögen, und wo $[A']$ der A' , $[A'']$ der A'' , $[A''']$ der A''' parallel sey;

2) die gegen die Hauptaxe unter einem Winkel von $60^\circ 19' 41$ geneigten Endflächen, welche, wenn sie allein vorhanden wären, eine stumpfe doppelt sechseitige Pyramide bilden würden. Die sechs vorderen Flächen dieser Art seyen oben mit B' , B'' , B''' , unten mit B_1 , B_2 , B_3 bezeichnet, und die ihnen parallelen mit $[B']$, $[B'']$, $[B''']$, $[B_1]$, $[B_2]$, $[B_3]$;

3) die auf der Hauptaxe senkrechten Endflächen C und $[C]$, welche, wenn sie vorherrschen, den Krystall in eine sechseitige Tafel verwandeln, wie ich deren z. B. 1838 Jan. 11 wahrgenommen habe. (S. die Beobachtungen.)

Der Eiskrystall erlangt also die Form Fig. 2 Taf. I. Denkt man sich um denselben eine Kugel von unendlichem Halbmesser beschrieben, so werden seine Flächen größte Kreise, und die auf den Flächen (nach außen) errichteten Senkrechten werden Punkte, die mit den Buchstaben der zugehörigen Flächen A' , A'' u. s. w. bezeichnet werden mögen. Mittelst dieser Abbildung des Krystals auf der Kugel berechnet man die gegenseitigen Neigungen der Flächen, indem man die einzelnen Punkte dieser Kugel zu einem Netze von sphärischen Dreiecken verbindet, wodurch man erhält:

$A'A' = 0^\circ$	$B'A' = 60^\circ 19',4$	$CA' = 90^\circ$
$A'A'' = 60$	$B'A'' = 75 40,0$	$C[C] = 180$
$A'A''' = 120$	$A'A''' = 104 20,0$	
$A'[A'] = 180$	$B'[A'] = 119 40,6$	
$B'B' = 0^\circ$	$B'B_1 = 120^\circ 38',8$	$CB' = 29^\circ 40',6$
$B'B'' = 28 39,9$	$B'B_2 = 129 13,2$	$CB_1 = 150 19,4$
$B'B''' = 50 46,8$	$B'B_3 = 151 20,1$	
$B[B'] = 180 0,0$	$B[B_1] = 59 21,2$	

Hier bezeichnet z. B. CB' die Neigung der auf der Fläche C errichteten Senkrechten gegen die Senkrechte auf der Fläche B' , u. s. w., und man muss von diesen Winkeln die Ergänzungen zu 180° nehmen, wenn man die Neigungen der Flächen selbst (d. i. die Winkel der durch sie gebildeten Prismen) haben will ¹⁾.

II. Die Ringe von 22° Halbmesser.

Es sind im Allgemeinen zwei Umstände, die bei der unregelmässigen Zerstreuung der Eiskristalle in der Atmosphäre bewirken, dass bestimmte Stellen des Himmels vor den übrigen, von welchen ebenfalls gebrochenes oder zurückgeworfenes Licht in's Auge kommt, vorglänzend seyn können. Dieses ist 1) die *Wirksamkeit* der Strahlen, dieses Wort in dem Sinne wie bei der Theorie des Regenbogens genommen, also das Stattfinden eines Maximums oder Minimums der Ablenkung für den einzelnen Krystall; 2) die *Menge* der Strahlen von verschiedenen Krystallen. Nach diesen beiden Principien ordnen sich

1) Nachdem die erste Abtheilung des vorliegenden Aufsatzes bereits gedruckt ist, ist es mir erfreulich, die Annahmen rücksichtlich der geneigten Endflächen B durch Beobachtungen von Prof. Kämz (in seinen so eben erschienenen Vorlesungen über Meteorologie, S. 162) bestätigt zu finden, da die Tab. IV Fig. 10 daselbst gezeichnete Neigung wenig von den geforderten 60° abzuweichen scheint.

die zu erklärenden Erscheinungen in drei Gruppen: 1) die farbigen *Ringe*, denen das Princip der Wirksamkeit zu Grunde liegt; 2) die weißen *Kreise und Streifen*, denen das Princip der Menge zu Grunde liegt; 3) die *Nebensonnen* (und Nebenmonde), bei denen beide Prinzipien zugleich in Anwendung kommen, und die daher die größte Helligkeit besitzen.

Was zunächst die Ringe von 22° Halbmesser betrifft, so sind sie, dem Obigen zufolge, als das Gemisch aus zwei Ringen von nahe gleichem Halbmesser zu betrachten. — Der eine derselben entsteht durch die abwechselnden Flächen *A* des regulär sechsseitigen Prismas, welche genau und unter allen Umständen Prismen von 60° mit einander bilden. Nimmt man das Brechungsverhältnis des Roth und Blau (darunter die Fraunhofer'schen Linien *B* und *G* verstehend) zu

$$n=1,31171 \text{ und } =1,32179$$

an, so erhält man nach (5) für die Einfallswinkel im Falle des Minimums der Ablenkung:

$$a=40^\circ 59',1 \text{ und } =41^\circ 22',1,$$

und für die Ablenkungen (oder die Ringhalbmesser):

$$c=21^\circ 58',1 \text{ und } =22^\circ 44',1. —$$

Der zweite Ring entsteht durch die geneigten Endflächen *B'* und *B₁*, welche an den Seiten des Krystals einander gegenüberliegen und Prismen von $59^\circ 21',18$ mit einander bilden. Bei diesen werden die Einfallswinkel und Ablenkungen im Falle des Minimums;

$$a=40^\circ 30',0 \text{ und } =40^\circ 52',6$$

$$c=21^\circ 38,8 \text{ und } =22^\circ 24,0. —$$

Es kann selbst, wenn die relative Ausdehnung der Flächen es gestattet (bei dünnen Blättchen ist dies nicht der Fall), ein dritter Ring von nahe demselben Halbmesser mittelst der Flächen *B'* und [*A'*] entstehen, welche ein Prisma von $60^\circ 19',4$ bilden. Für diese wird der Ring etwas größer, nämlich:

$$a = 41^\circ 13', 7 \text{ und } = 41^\circ 36', 9$$

$$c = 22^\circ 8,0 \text{ und } = 22^\circ 54,4. -$$

In welchem Grade die farbigen Ringe, die die Sonne zum Mittelpunkt haben, vor dem Raume außerhalb ihrer Peripherie vorglänzend seyen, findet man durch die Differentialformel (2) oder durch (1), wobei ich nicht verweile, da die Richtigkeit der Erklärung derselben, dem Principe nach, wohl von Niemandem bezweifelt wird. — Um die äußerste Gränze zu finden, bis zu welcher das Licht durch Prismen von 60° bei nicht-normaler Stellung derselben abgelenkt werden kann, sey allgemein g der Gränzwinkel, vermöge dessen man hat:

$$n = \frac{1}{\sin g} \dots \dots \dots \quad (10)$$

(also b und a' immer $< g$), dann folgt aus: $b + a' = p$
daß sich sowohl b als a' nur innerhalb der Gränzen

$$p - g \text{ und } g$$

bewegen können. Da nun für Eis

$$g = 49^\circ 40', 38 \text{ (Roth)}$$

$$g = 49^\circ 9,66 \text{ (Blau)}$$

ist, so bewegen sich b und a' für $p = 60^\circ$ innerhalb der Gränzen

$$10^\circ 19', 62 \text{ und } 49^\circ 40', 38 \text{ (Roth)}$$

$$10^\circ 50,34 \text{ und } 49^\circ 9,66 \text{ (Blau)},$$

also die Ablenkung innerhalb der Gränzen:

$$21^\circ 58', 1 \text{ und } 44^\circ 36', 0 \text{ (Roth)}$$

$$22^\circ 44,1 \text{ und } 44^\circ 23,5 \text{ (Blau)},$$

so daß die leuchtende Zone, bis wo sie sich ganz verliert, eine dem Halbmesser des Ringes ungefähr gleiche Breite hat.

III. Die Ringe von 47° Halbmesser.

Diese entstehen durch die Flächen A des sechseitigen Prismas in Verbindung mit den Endflächen C , wel-

che Prismen von 90° mit einander bilden. Für solche ist im Falle des Minimums der Ablenkung:

$$\alpha = 68^\circ \ 3', 2 \quad c = 46^\circ \ 6', 4 \text{ (Roth)}$$

$$\alpha = 69 \ 10, 4 \quad c = 48 \ 20, 8 \text{ (Blau).}$$

Es giebt wenig genügende Messungen dieses Ringes, da die meisten Beobachter sich begnügten seinen Durchmesser in runder Zahl $= 90^\circ$ oder gleich dem Doppelten des kleineren Ringes anzugeben. Scheiner fand im Jahre 1630 die Distanz des oberen Berührungsboogens zu $47^\circ 40'$, was er als den Halbmesser des Ringes angibt, Weidler fand 1735 . . . $45^\circ \frac{1}{2}$, de Fouchy (*Hist. de l'acad.* 1735) fand 47° . — Die Erklärungsarten, die Brandes für diesen Ring vorschlägt, indem er unter andern das Licht aus einem ersten Prisma in die Luft, und von dieser wieder in ein zweites Prisma gehen lässt, sind aus mehreren Gründen nicht wohl anzunehmen, auch ist die Wirksamkeit der Strahlen nicht dabei nachgewiesen. Fraunhofer nimmt Endflächen von 44° Neigung gegen die Axe an, deren je zwei gegenüberliegende Prismen von 88° und dadurch Ringe von 45° Halbmesser erzeugen. Wenn aber eine Fläche B' gegen die Axe unter 44° geneigt ist, so ist B' gegen B_1 (Fig. 2 Taf. I) unter 92° geneigt, es müfste also allemal gleichzeitig ein zweiter eben so intensiver Ring von 49° Halbmesser entstehen, der die Farben des von 45° , die als rein angegeben werden, undeutlich machen und einen weisslichen breiten Ring von 47° Halbmesser erzeugen müfste, worauf die bisherigen Beobachtungen nicht hindeuten. Zwar kann ich die vorher gegebene Ableitung aus den Flächen C und A auch nicht durch hinlänglich genaue und zahlreiche Beobachtungen erweisen, jedoch hege ich die Hoffnung, dass künstige Messungen sie bestätigen werden, deshalb, weil die Existenz der Flächen C und A durch den Complexus der übrigen Erscheinungen höchst wahrscheinlich ist, und das Erscheinen des Ringes von 47° Halbmesser nur durch ein Vor-

herrschen der Flächen *B*, oder durch zu geringe Gröfse einer der beiden Flächen *C* oder *A* gehindert werden könnte, wie in dem Falle sechsseitiger dünner Nadeln oder Blättchen¹⁾. — Die Gränzen, zwischen welchen sich bei dem Prismenwinkel von 90° die Gröfse *a'* und *b* bewegen können, sind:

$40^\circ 19',62$ und $49^\circ 40',38$ (Roth)

$40^\circ 50,34$ und $49^\circ 9,66$ (Blau),

also schwanken die Ablenkungen zwischen

$46^\circ 6',4$ und $58^\circ 5',5$ (Roth)

$48^\circ 20,8$ und $59^\circ 48,6$ (Blau),

und bilden eine sich allmälig nach außen verlierende Zone von 12° Breite.

IV. Einige seltene Ringe von verschiedenen Halbmessern.

Die oben zusammengestellten gegenseitigen Neigungen der Krystallflächen zeigen, daß schon unter Annahme dieser wenigen, beim drei- und einaxigen Krystallsystem gewöhnlichsten, Flächen *A*, *B*, *C* sich eine grofse Mannigfaltigkeit von Prismen darbietet, die bei gewissen Annahmen über ihre relative Ausdehnung sünmtlich Ringe von verschiedenen Halbmessern erzeugen müssen. Sie werden dies aber nicht alle thun, wenn das Wasser, wie die Beobachtungen anzudeuten scheinen, mehr in Form langer Nadeln oder dünner Blättchen als in Form rundlicher Körner krystallisiert. Von den acht möglichen Prismen nämlich, welche durch die Flächenpaare

1) Nach Abschluß dieses Aufsatzes theilt mir Hr. Bravais, Marine-officier bei der letzten französischen Nord-Expedition, eine Beobachtung in Schweden vom 4. Oct. 1839 mit, die die Distanz des obersten Punktes zu

$45^\circ 40'$ (Roth) und $46^\circ 25'$ (Blau)

angibt, die sich also genügend anschließt.

$A'A''$, $B'A''$, $B'[A']$, CA' , $B'B_1$, $B'B_2$, $B'B_3$,
 CB_1

gebildet werden, und deren Winkel resp.

60° , $75^\circ 40',0$, $60^\circ 19',4$, 90° , $59^\circ 21',2$, $50^\circ 46',8$,
 $28^\circ 39',9$, $29^\circ 40',6$

sind, sind nur die beiden von

60° und $59^\circ 21',2$

von dieser Willkürlichkeit der Krystallisation unabhängig, und müssen unter allen Umständen den (in der That gewöhnlichsten) Ring von 22° Halbmesser erzeugen. Der einzige Grund, der das Erscheinen dieses Ringes verhindern kann, wenn hinlänglich viele Krystalle in der Luft schweben, wäre eine zu große Kleinheit der Flächen, so daß sie zu wenig Licht durchlassen, oder eine etwanige Hemiedrie der Krystalle. Dagegen überzeugt man sich durch Zeichnung des der Hauptaxe parallelen Durchschnitts des Krystals, wie die Willkürlichkeit in der Länge der Seiten des dadurch gebildeten Achtecks, bei übrigens constanten Winkeln desselben, eine normal-gleichschenklige Stellung der sechs übrigen Prismen sehr leicht unmöglich machen, und daher die Entstehung der zugehörigen Ringe verhindern kann. Ihre Halbmesser würden, wenn sie vorkommen sollten, die folgenden seyn:

Flächenpaar.		Minimum für Roth. Einfallsw.	Ablenkung.
$B'B_3 \dots p = 28^\circ 39',9$		$18^\circ 57',0$	$9^\circ 14',1$
$CB_1 \dots p = 29^\circ 40,6$		$19^\circ 37,7$	$9^\circ 34,8$
$B'B_2 \dots p = 50^\circ 46,8$		$34^\circ 13,4$	$17^\circ 40,0$
$B'A'' \dots p = 75^\circ 40,0$		$53^\circ 34,1$	$31^\circ 28,2$

mit Uebergehung der schon oben berechneten Prismenwinkel von 90° und $60^\circ 19',4$. — Es existirt nun zwar eine ziemliche Anzahl von Beobachtungen ungewöhnlicher Ringhalbmesser, die mehr oder weniger an diese vier Rechnungsresultate erinnern, doch scheinen sie mir

nicht zuverlässig genug, um aus ihrer Uebereinstimmung oder Nicht-Uebereinstimmung weitere Schlüsse zu ziehen. Braun in den *Nov. Comm. Petrop. VI*, p. 433 f., führt eine Menge von Ringen, Nebensonnen und Berührungsboegen an, deren Distanz von der Sonne er gewöhnlich auf 15 Sonnendurchmesser schätzt; aus der übrigen Beschreibung ist es mir aber wahrscheinlich, dass es die gewöhnlichen Ringe von 22° Halbmesser waren. In den *Edinb. Phil. Tr. IV* p. 173 (auch *Gilb. Ann. Bd. III S. 357*) beschreibt Hall einen Ring, dessen Durchmesser $<12^{\circ}$ und $>8^{\circ}$ war. Die Messung wurde aber erst am folgenden Tage (nach genommenen Merkmalen) gemacht, und nach der als getreu bezeichneten Abbildung ist der Durchmesser gröfser. Ferussac, *Bull. des sc. math. VII*, giebt Beobachtungen aus der Gegend von Rouen; einer dieser Beobachter nennt drei mit der Sonne concentrische Kreise, deren kleinster 35° der gröfste 70° Durchmesser gehabt habe; ein anderer führt nur zwei Kreise von 10° und von $70^{\circ} - 80^{\circ}$ Durchmesser an. In der *Hist. de l'acad. des sc.* 1735, p. 89, citirt du Fay in einer Abhandlung über die von ihm zu Paris beobachteten zahlreichen Ringe und Nebensonnen eine Beobachtung von Muschenbroek vom 23. Febr. 1734, wonach der *Ringhalbmesser mit zunehmender Sonnenhöhe abgenommen habe*, nämlich um:

10^h 20^m	...	c = 23°
11 0	...	c = 19 50
11 20	...	c = 19
11 45	...	c = 18 30

gewesen sey. (Sollte Muschenbroek die Distanz der allmälig aus dem Ringe heraustrtenden Nebensonnen von dem Ringe gemessen, den Ort der Nebensonnen als fest, den des Ringes als veränderlich angenommen, und so durch Rechnung dies ungewöhnliche Resultat erhalten haben?) — Ohne mich länger bei diesen wohl noch nicht fest genug begründeten Anomalien aufzuhal-

ten, betrachte ich nur noch den weissen Ring von 90° Halbmesser, der ein einziges Mal von Hevel am 20. Febr. 1661 gesehen wurde, und eigentlich nicht Ring genannt werden kann, da es nur zwei kleine Segmente waren, die in etwa 90° Distanz von der Sonne den weissen Horizontalkreis schräg durchschnitten und mit diesem »weissliche Kreuze« bildeten. Die Ursache dieses Phänomens bleibt etwas zweifelhaft. Eine einmalige Brechung durch ein Eisprisma mit möglichst großem Winkel kann als äußerste Gränze nur einen Ring von

$80^\circ 39',2$ Halbmesser

bei einem Prismenwinkel von $99^\circ 20',8$ erzeugen, auch müfste ein solcher farbig seyn. Was Fraunhofer's (und Brandes's) Erklärung betrifft, der den Ring als vollständig betrachtet, und als die Anfangsgränze einer totalen Reflexion im Innern des Krystals darstellt, so ist einzuwenden, dass diese Anfangsgränze vor dem übrigen total reflectirten Licht nicht bloß nicht vorglänzen, sondern selbst schwächer seyn wird; auch muss erwähnt werden, dass, genau genommen, normal gestellte Prismen von sechs gleichen Seiten mit dieser Erklärung geometrisch nicht vereinbar sind, und eine der beiden Voraussetzungen etwas modifizirt werden muss. Denn es sey *ABCDEF* (Fig. 3 Taf. I) die horizontale Projection des aufrecht stehenden regulär sechsseitigen Prismas, *abcde* der Weg eines hindurchgehenden und im Innern einmal reflectirten Lichtstrahls, dann ist der grösste Werth, den der Reflexionswinkel *Mcb* erlangen kann, derjenige, welcher stattfindet, wenn der Strahl den Weg *a'AcDe'* durchläuft (wo *c* die Mitte von *CB*). Diesen Werth findet man durch Auflösung des ebenen Dreiecks *DEC* zu $49^\circ 6',4$. Die totale Reflexion tritt aber erst bei $49^\circ 9',7$ (Blau) und $49^\circ 40',4$ (Roth) ein.

Nimmt man dreiseitige Prismen an, so hindert zwar nichts den Strahl successiv in alle Lagen der totalen Re-

flexion zu bringen, bis er endlich in die Richtung *GBcCH* fällt, man erhält aber auf diese Weise eine Zone, von nahe gleichförmiger Helligkeit, die in $86^{\circ} 52',0$ (Roth) und $88^{\circ} 47',0$ (Blau) Distanz anfangend, sich bis über die Sonne hinaus erstreckt. Will man also bei der totalen Reflexion stehen bleiben, so muss man die Breite der entstehenden Zone entweder dadurch beschränken, dass man Prismen von sechs gleichen Winkeln, aber *ungleichen Seiten* zu Grunde legt, oder dass man das Licht durch die bisherigen gleichseitigen Prismen *nicht normal* hindurchgehen lässt.

Wenn ersteres der Grund, und zwar der einzige Grund wäre, so sieht man nicht ein, warum Hevel nur Stücke des Ringes, nicht den ganzen Ring, sah, da doch Prismen von allen möglichen Lagen vorhanden waren (wegen der Ringe von 22° und 47° Halbmesser); weitere Entgegnungen nicht zu erwähnen. Und wiederum, wenn eine vorherrschende Menge verticaler Prismen (in der Art wie bei den Nebensonnen) die Unvollständigkeit des Ringes bewirkte, so bedarf es der Annahme der Ungleicheitigkeit nicht mehr, sondern die zweite Annahme einer nicht-normalen Brechung (welche durch die verticale Stellung der Prismen bei merklicher Sonnenhöhe entsteht) ist zur Erklärung schon ausreichend.

Um daher diesen letzteren Weg genauer zu verfolgen, seyen (Fig. 4 Taf. I):

P, P', P'' die Pole der drei Ebenen *FA, BC, DE* (in Fig. 3 Taf. I), diese Pole in dem Sinne, wie bei Fig. 1, genommen, S, S', S'', S''' die Richtungen des einfallenden, des zum ersten Male gebrochenen, des reflectirten und des zum zweiten Male gebrochenen Strahls, wiederum im entgegengesetzten Sinne ihrer Fortpflanzung, p der Prismenwinkel, unter der Voraussetzung, dass die Flächen P'' und P gegen P' gleich, aber

beliebig geneigt sind, dass also $p = P P'$
 $= 180^\circ - P'' P'$ ist,

a, α, b Einfallswinkel, Einfallsazimut und Brechungswinkel bei der ersten Brechung,

q, r Einfallswinkel und Reflexionswinkel an der Fläche P' ,

a', b' Einfallswinkel und Brechungswinkel bei der zweiten Brechung,

c die Ablenkung SS'' ,

dann hat man, weil nach dem Gesetze der Reflexion

$$q = 180^\circ - r$$

ist, und wegen

$$P' P = 180^\circ - P'' P'$$

jederzeit:

$$b = a' \text{ und } a = b',$$

d. h. der Austritt des Strahls erfolgt unter denselben Winkeln, wie der Eintritt. Vollendet man das gleichschenklige Dreieck $SS'PMP'S''S'''$, fällt die Senkrechte $MM'M''$ und schreibt $PM = m, PMP' = M$, so wird wegen $PM' = 90^\circ - p$:

$$\left. \begin{array}{l} \operatorname{tg} m = \frac{\operatorname{cotg} p}{\cos \alpha} \\ \cos \frac{1}{2} M = \sin \alpha \sin p \\ \sin \frac{1}{2} c = \sin(a+m) \sin \frac{1}{2} M \end{array} \right\} \dots \dots \quad (10)$$

und in dem speciellen Falle der normalen Stellung:

$$\frac{1}{2} c = 90^\circ + a - p \dots \dots \quad (11)$$

durch welche Formeln man, wenn a und α gegeben sind, c findet.

Es fragt sich nun, bei welcher Sonnenhöhe (unter der Voraussetzung des Vorherrschens der Prismen mit verticalen Kanten) zuerst total reflectirtes Licht aus dem regulär sechsseitigen Prisma hervordringen kann, und welches bei grösseren Sonnenhöhen die Breite der hervordringenden Zone seyn wird. Zu diesem Ende berücksichtige man, dass die Verticalebene Mc in Fig. 3 Taf. I jetzt dem grössten Kreise ZP' (wo Z das Zenit ist) und

die Verticalebene Ac jetzt dem größten Kreise $ZS'L$ entspricht, welche mit einander einen Winkel

$$=P'L \text{ (Fig. 4)} = McA \text{ (Fig. 3)} = 49^\circ 6',4$$

bilden, der der Kürze wegen mit L bezeichnet werden möge. Man hat aber, die Höhen von S , S' , S'' , S''' über $P'PP''$ (dem Horizont) mit h , h' , h'' , h''' und die Bogen LP , LP' mit l , l' bezeichnend:

$$\begin{aligned} \cos q &= \cosh h \cos l, \quad l = p - l', \quad \sin h = n \sinh h \\ \cos b &= \cosh h' \cos l, \quad \sin a = \frac{\sinh h'}{\sin b}, \quad \sin a = n \sin b \end{aligned} \quad \left. \begin{array}{l} \\ \end{array} \right\} \quad (12)$$

also da in unserem Falle

$$p = 60^\circ, \quad l' = L = 49^\circ 6',4, \quad q = \left\{ \begin{array}{l} 49^\circ 40',4 \text{ (Roth)} \\ 49 \quad 9,7 \text{ (Blau)} \end{array} \right\}$$

gegeben sind, wird:

$$h' = 2^\circ 41',5, \quad h = 3^\circ 33',6, \quad (\text{Blau})$$

$$h' = 8^\circ 41,0, \quad h = 11^\circ 25,3, \quad (\text{Roth})$$

und wenn man hierauf α und a in (10) substituiert:

$$c = 88^\circ 44',4 \text{ (Blau)}$$

$$c = 86^\circ 45,4 \text{ (Roth)},$$

so dass erst bei $11^\circ \frac{1}{2}$ Sonnenhöhe das total reflectirte Licht vollständig hervordringen kann, und in etwa 87° Distanz von der Sonne als weiss mit einer blauen Gränze erscheinen wird. Ist die Sonnenhöhe größer (bei Hevel's Beobachtung war sie 25°), so kann nicht bloß dasjenige total reflectirte Licht hervordringen, welches sich in der Verticalebene Ac (Fig. 3 Taf. I) befindet, sondern auch solches, was in einer Verticalebene bc sich befindet, wenn nur dadurch nicht (Fig. 4 Taf. I):

$$q < g \text{ d. i. } < \left\{ \begin{array}{l} 49^\circ 40',4 \text{ R.} \\ 49 \quad 9,7 \text{ B.} \end{array} \right\}$$

wird. Um die größte und kleinste Ablenkung zu bestimmen, die bei einer Sonnenhöhe h möglich ist, hat man demnach die beiden Data:

$$1) \quad q = g = \left\{ \begin{array}{l} 49^\circ 40',4 \text{ R.} \\ 49 \quad 9,7 \text{ B.} \end{array} \right\}, \quad 2) \quad l' = L = 49^\circ 6',4$$

mittelst deren man aus (12) a und α , und aus (10) c

findet. Für $h=25^\circ$ wird die äußere Gränze des auf diese Weise total reflectirten Lichtes:

$$c = \left\{ \begin{array}{l} 84^\circ 53',8 \text{ R.} \\ 86 \quad 21,2 \text{ B.} \end{array} \right\}$$

die innere Gränze:

$$c = \left\{ \begin{array}{l} 79^\circ 43',8 \text{ R.} \\ 79 \quad 57,4 \text{ B.} \end{array} \right\}$$

Da nun die Höhe des abgelenkten Strahls S''' (Fig. 4) über dem Horizont gleich der Höhe der Sonne S ist, so hat man eine auf dem weissen Horizontalkreise befindliche Nebensonnen von einigen Graden Breite und in 83° Distanz von der Sonne. Mit wachsender Sonnenhöhe nimmt die Distanz ab und die Breite zu. Diese totale Reflexion bildet also in jedem Falle eine Verstärkung des weissen Horizontalkreises (von welchem nachher).

Endlich erinnere ich noch (weniger in der Hoffnung von Hevel's Beobachtung eine genügende Erklärung zu geben, als zur Vervollständigung der vorhergehenden Betrachtungen), dass wegen der begrenzten Länge der sechsseitigen Prismen auch die Grösse h' eine bestimmte Gränze hat, und dass der Werth von h' bei sehr niedrigen Prismen sehr klein seyn wird. In dieser Rücksicht ist klar, dass man den total reflectirten Strahl durch successive Entfernung des Prismas von der normalen Stellung nur bis auf einen gewissen Punkt der Sonne nähern kann, und dass (wenn wir die Annahme der verticalen Kanten fallen lassen) durch die unregelmässig zerstreuten Prismen eine in 87° Distanz von der Sonne anfangende Zone total reflectirten Lichtes entsteht, die desto schmäler seyn wird, je mehr sich die Krystalle der Form dünner Blättchen nähern. Es wäre leicht, die relative Länge numerisch anzugeben, welche die Prismen haben müfsten, um einen 1 oder 2 Grade breiten Ring von 87° Halbmesser zu erzeugen, der der Hevel'schen Angabe von »nahe 90° « ziemlich Genüge leistet, jedoch breche ich hiermit ab, um nicht Annahmen zu häufen,

die zwar erlaubt, aber keiner entscheidenden Prüfung durch die vorhandenen Beobachtungen fähig sind.

Weiter unten sind weisse Nebensonnen, in 90° bis 130° Distanz von der Sonne, zu erwähnen, die mehrere Beobachter gesehen haben, und deren Erklärung ebenfalls etwas ungewiss bleibt. Wenn das Hevel'sche Ringstück unter diese Erscheinungen gehören sollte, so ist eine Erklärung durch die hier erörterte totale Reflexion nicht möglich, da die sechsseitigen Prismen, wie eben gezeigt, das Licht höchstens bis auf 87° Distanz von der Sonne abzulenken vermögen¹⁾.

V. Die weissen Verticalstreifen, welche durch die Sonne gehen, oder die sogenannten Lichtsäulen.

So wie sich die mit der Sonne concentrischen farbigen Ringe durch Brechung erklären, so lassen sich hinwiederum die weissen Kreise und Streifen, die durch die Sonne selbst gehen, auf Reflexion zurückführen, was für die Existenz der angenommenen Krystallflächen eine von dem Bisherigen unabhängige Bestätigung gewährt.

Die einzige noch zu machende Hypothese ist die oben für die Reduction der Beobachtungen schon vorausgeschickte, *dass bei ruhiger Luft die Mehrzahl der Krystalle sich in einer solchen Stellung befindet, dass ihre Hauptaxe vertical ist*. Diese Hypothese liegt allem Folgenden über die weissen Kreise, Nebensonnen und Berührungsbogen (von einander unabhängigen Erscheinungen) ohne Ausnahme zu Grunde. Das gleichzeitige

1) Nach Abschluss dieses Aufsatzes werde ich auf eine Beobachtung in A. Erman's Reise um die Erde, Hist. Bericht, Th. I S. 544, aufmerksam gemacht, wo ein weißer Ring von 85° bis 90° Halbmesser erwähnt wird, der also dem Rechnungsresultate sich anschliesst, und wodurch die bisher vereinzelt stehende Hevel'sche Beobachtung bestätigt, der Zusammenhang beider Beobachtungen mit den unten zu erwähnenden weissen Nebensonnen aber unwahrscheinlich gemacht wird.

Erscheinen der farbigen Ringe ist ihr nicht im Wege, da außer den verticalen Krystallen, welche bald mehr, bald weniger vorherrschen, auch immer hinreichend viele von allen möglichen andern Lagen vorhanden seyn werden.

Um allgemein die Richtung eines Strahls nach einmaliger Reflexion zu finden, bezeichne (Fig. 5 Taf. I)

Z, N Zenit und Nadir,

S, S' die Richtungen, in welchen der directe und der reflectirte Strahl gesehen werden,

P den Pol der reflectirenden Fläche, in dem Sinne wie früher bei der Brechung,

i die Neigung der Fläche gegen den Horizont,

h, h' die Höhen des directen und des reflectirten Strahls über dem Horizont,

a, b die Distanzen des Flächenpols und des reflectirten Strahls von dem directen Strahl, d. i. *PS* und *S'S*,

α, β die Azimute dieser beiden Richtungen in Bezug auf den Verticalkreis der Sonne, d. i. *PZS* und *S'ZS*,

dann hat man, den Winkel *ZSP* mit *S* bezeichnend und mit Berücksichtigung des Gesetzes der Reflexion:

$$\cos a = -\cos i \sinh + \sin i \cosh \cos \alpha$$

$$\cos S \sin a = -\cos i \cosh - \sin i \sinh \cos \alpha$$

$$\sin S \sin a = \sin i \sin \alpha$$

$$b = 180^\circ - 2a$$

$$\sinh' = -\cos 2a \sinh - \sin 2a \cosh \cos S$$

$$\cos \beta \cosh = -\cos 2a \cosh + \sin 2a \sinh \cos S$$

$$\sin \beta \sinh = \sin 2a \sin S$$

} (13)

Diese Formeln wollen wir zuerst auf die Endflächen des Krystals *C* anwenden. — Von allen, reflectirten Licht in's Auge sendenden, Flächen *S'*, deren Winkelabstand von der Sonne = *b*, bei denen also auch *PS=a* ist, haben diejenigen die kleinste Neigung *i* gegen den Horizont, bei welchen *P* in dem Verticalkreise

ZSN

ZSN liegt; wie man einsieht, wenn man sich *PSS'* um *S* als Mittelpunkt gedreht denkt. Sind also von den Krystallflächen *C* bei ruhiger Luft mehr solche vorhanden, die eine kleine, als solche die eine grosse Neigung gegen den Horizont haben, so wird von dem mit *SS'* um *S* beschriebenen kleinen Kreise der obere Durchschnitt mit *ZSN* am hellsten seyn. Aehnliches gilt für den unteren Durchschnitt, wenn *P* über und *S'* unterhalb der Sonne liegt. Da nun derselbe Schluss für alle anderen Distanzen *SS'* von der Sonne sich wiederholen lässt, so wird der ganze Verticalkreis *ZSS'* vorglänzen, am entschiedensten bei tiefem Stande der Sonne und in geringer Distanz von derselben. Wenn die Sonne sich dem Horizonte nähert, reicht eine sehr geringe Neigung der Flächen hin, um reflectirtes Licht in's Auge zu senden, daher sind die größten und ausgebildetsten Lichtsäulen immer zur Zeit des Auf- und Untergangs der Sonne beobachtet worden, wo sie dann die Feuerfarbe des Abendroths annahmen. — Da die Verticalität der Lichtsäulen nur scheinbar ist, die reflectirenden Krystallblättchen vielmehr ein horizontales mit der Erdoberfläche concentrisches Stück einer Kugelschale bilden, so liegt die Spitze der Säule dem Beobachter weit näher als der Fußpunkt und aus der nach Sonnenuntergang, an der Spitze zuerst, verschwindenden Beleuchtung kann man die Höhe der Kugelschale über der Erdoberfläche berechnen. — Auf dieselbe Weise wie die Lichtsäulen erklären sich die langen Lichtstreifen auf schwach bewegten Gewässern, wenn sie von der Sonne oder vom Monde beschiene werden.

VI. Die Horizontalstreifen, oder die weissen Kreise, welche in gleicher Höhe mit der Sonne den ganzen Himmel umgeben.

Diese entstehen durch die der Hauptaxe parallelen Flächen *A* des sechsseitigen Prismas. Wegen ihrer Verticalität hat man $i=90^\circ$, also geht (13) über in:

$$\begin{aligned} \cos a &= \cos h \cos \alpha, -\sin 2a \cos S = \sin 2h \cos^2 \alpha \\ \cos S \sin a &= -\sin h \cos \alpha, -\cos 2a = -\cos 2h \cos^2 \alpha + \sin^2 a \\ \sin S \sin a &= \sin a, \\ \sin h' &= -\cos 2a \sin h - \sin 2a \cos S \cosh \\ &= \sin h \end{aligned}$$

oder:

$$h' = h \dots \dots \dots \quad (14)$$

Alle diese Flächen geben also reflectirte Sonnenbilder, die mit der wirklichen Sonne gleiche Höhe haben, die aber mit der Distanz von der Sonne an Intensität verlieren und am schwächsten in dem der Sonne gegenüberliegenden Punkte seyn werden (wegen der Abnahme des Einfallswinkels). Indels wird der so entstehende weisse Kreis durch die Schweife der verschiedenen auf ihm befindlichen Nebensonnen, und durch andere Brechungen und Reflexionen an den verticalen Krystallen so sehr verstärkt, dass er rings um den ganzen Himmel sichtbar seyn kann.

Der Horizontalstreifen mit dem Verticalstreifen in Verbindung bildet die oft beobachteten *weissen Kreuze*, deren Durchschnittspunkt die Sonne oder der Mond ist.

VII. Die geneigten durch die Sonne gehenden weissen Streifen und Kreise.

Solche können durch die geneigten Endflächen *B* erzeugt werden, und können, wenn Endflächen dieser Art von verschiedenen Neigungen vorkommen sollten, eine grosse Mannichfaltigkeit darbieten. Die mir über diese Erscheinungen bekannten Angaben sind aber so unzureichend, dass sie zur Bestätigung der bei den Ringen benutzten Fläche *B* nicht beitragen können. Sie zeigen nur, dass die geneigten Endflächen, wegen ihres geringeren Lichteffects bei der Reflexion, in den meisten Fällen kleiner seyn werden, als die Flächen *C* und *A*.

Wenn, wie immer bei verticaler Stellung der Haupt-

axe, die geneigte Endfläche eine constante Neigung i gegen den Horizont hat, und S' (Fig. 5 Taf. I) ein von derselben reflectirter in's Auge kommender Lichtstrahl ist, so denke man sich, wie oben, $S'SP$ um S als Mittelpunkt gedreht, so dass S' und P Kreise beschreiben, deren Halbmesser b und a sind. Ferner denke man sich um N mit $NP=i$ einen dritten Kreis beschrieben. Als dann ist klar, dass von allen Lagen, die der Halbmesser SP einnehmen kann, diejenige das meiste Licht S' in's Auge senden wird, wo der bewegte Pol P in die Neigung i , d. i. die Durchschnitte mit dem um N beschriebenen Kreise, gelangt, da die Mehrzahl der Flächen B der Annahme nach diese Neigung hat, und, wie bei den weissen Kreisen überhaupt, die Menge der reflectirenden Flächen den Mangel der Wirksamkeit der einzelnen ersetzen muss. Beschreibt man die beiden Kreise um S nach und nach für alle möglichen Halbmesser SP und SS' , so übersieht man leicht, dass die vorglänzenden S' eine geschlossene, gegen den Horizont geneigte und zu beiden Seiten des Verticalkreises der Sonne symmetrische Curve beschreiben werden. Die kleinste Höhe dieser Curve (für $PS=90^\circ$) ist die Sonne, die grösste (für $PS=90^\circ+h-i$) ist $=2(i-h)$ über der Sonne. Bezeichnet man also mit

H' die Höhe des von der Sonne entferntesten Punktes der Curve über der Sonne,

h' die Höhe desselben Punktes über dem Horizont, und zählt die Höhen von der Sonne oder resp. dem unter ihr befindlichen Punkten des Horizonts aufwärts von 0° bis 360° , so hat man:

$$H'=2(i-h), \quad h'=2i-h \dots \dots (15)$$

Ferner wird, da ein homoëdrischer Krystall außer den Flächen von der Neigung i auch immer Flächen von der Neigung $180^\circ-i$ hat, gleichzeitig eine zweite Curve entstehen, deren von der Sonne entferntester Punkt die Höhen

$H' = 360^\circ - 2(i+h)$, $h' = 360^\circ - (2i+h)$
haben wird.

Auch von diesen schrägen Streifen gilt, dass sie ihre größte Intensität in der Nähe der Sonne haben und in größerer Distanz nur unter günstigen Umständen sichtbar seyn werden. Ihre Anfänge werden daher schräg liegende, durch die Sonne gehende Kreuze bilden, deren Winkel aber mit der Sonnenhöhe variabel ist, und deren Seiten mehr oder weniger gekrümmmt sind.

Wendet man die Gleichungen (15) auf die Endflächen B an, deren Neigung gegen den Horizont etwa 30° ist, wo also $i=30^\circ$, $180^\circ-i=150^\circ$, so erhält man für die entferntesten Punkte der entstehenden Curven:

Sonnenhöhe. h	Erste Curve.		Zweite Curve.	
	H'	h'	H'	h'
0°	60°	60°	300°	300°
10	40	50	280	290
20	20	40	260	280
30	verschwindet		240	270
40			220	260
50			200	250
60			180	240

Es sind mir indes keine Beobachtungen bekannt, wodurch ich diese Angaben prüfen könnte. Einige einzelne, bei Brandes aufgeführte, Beobachtungen sind nicht hiermit in Zusammenhang zu bringen, und erfordern entweder eine andere Art der Erklärung oder die Annahme anderer Flächen; zum Theil beziehen sie sich auch nur auf die Anfänge der Curven. Die schräg liegenden blassen Streifen, die, nach einigen Beobachtern, durch die Sonne selbst, nach andern durch die verticale Nebensonnen gingen, und sich zum zweiten Male in der Gegensonnen schnitten (wenn sie anders bis dahin ein Continuum bildeten) können auf die hier angegebene Weise durch einmalige Reflexion nicht erklärt werden.

Es wären über diesen Punkt weitere Beobachtungen zu wünschen, unter andern auch deshalb, weil manche frühere Beobachter solche Kreise, von denen sie nur Stücke sahen, in der Zeichnung ganz ausgeführt zu haben scheinen.

VIII. Die Berührungsbögen.

Wie die vorwaltend verticale Stellung der Krystalle einestheils, mittelst der Flächen A , die für die horizontalen Nebensonnen erforderlichen Prismen $A'A''$ mit verticaler Kante herbeiführt, so bedingt sie gleichzeitig, mittelst der Flächen B und C , Prismen mit horizontalen Kanten CA' , $B'[A']$, $B'B_1$, welche zur Erklärung der verticalen Nebensonnen und Berührungsbögen dienen. Der einzige zunächst sich darbietende Unterschied ist der, dass die Kanten der horizontalen Prismen alle möglichen Azimute haben können, während die der verticalen Prismen nach einem festen Punkte, dem Zenit, gerichtet sind; ein Umstand, von welchem sich im Folgenden zeigen wird, dass er die Verlängerung der verticalen Nebensonnen in die Berührungsbögen bewirkt, während die horizontalen Nebensonnen rundliche Flecken bilden.

Von einem Prisma, dessen Kante nach einem bestimmten Punkte des Horizontes gerichtet ist, und dessen Flächen eine bestimmte, gleiche oder ungleiche, Neigung gegen den Horizont haben, wie die CA' , $B'[A']$ u. s. w., die wir hier zu betrachten haben, ist klar, dass eine bestimmte Höhe der Sonne erfordert wird, wenn das Licht wirksam (d. i. bei gleichschenklicher Stellung) hindurchgehen soll; es scheint also, dass bei bestimmten Sonnenhöhen nur einzelne bestimmte Punkte des Himmels vermöge dieser horizontalen Prismen vorglänzen können. Dieses ist aber nicht der Fall. Um uns davon zu überzeugen wollen wir — was nachher gerecht-

fertigt werden soll — für einen Augenblick die Voraussetzung einer strengen Verticalität der Hauptaxe fallen lassen, und wollen annehmen, daß zwar die Kante des Prismas genau nach dem Horizont gerichtet sey, daß es uns aber erlaubt sey, das ganze Prisma (und mit ihm die Hauptaxe) um seine Kante als Axe zu drehen. Es werde sodann diese Drehung, bei einer bestimmten Richtung der Kante und einer bestimmten Sonnenhöhe, so weit fortgesetzt, bis der hindurchgehende Strahl wirksam wird, welcher Moment (bei dieser Art Drehung um die Kante) in der gleichschenkligen Stellung stattfindet, wie oben bei (7) und (8) bewiesen ist.

Für ein in solcher Stellung befindliches Prisma sey nun (Fig. 7 und 8 Taf. I)

Z das Zenit,

S die Sonne,

S' die Richtung des abgelenkten Strahls, welche in Fig. 7 über, in Fig. 8 unter der Sonne ist,

K die Richtung der Kante des Prismas,

P, P' die beiden Flächenpole desselben, deren Ebene

PP' durch das Zenit geht und *K* zum Pol hat,

h, H die Höhen der Sonne über der Polebene und dem Horizont,

a, α der Einfallswinkel und das Einfallsazimut, und man bezeichne die Winkel bei *S*:

PSS' mit γ , *PSN* mit γ' , *MSK* mit γ'' , dann hat man:

$$\cos \gamma' = \frac{\operatorname{tg} h}{\operatorname{tg} \alpha}, \operatorname{cotg} \gamma' = \cos \alpha \operatorname{tg} \alpha, \cos \gamma'' = \operatorname{tg} H \operatorname{tg} h \quad (16)$$

und wenn man den Winkel der Ablenkungsebene *SS'* mit der Verticalebene *SZ...z* nennt:

$$S''SK = 180^\circ - \gamma - \gamma'$$

$$z = \gamma + \gamma' - \gamma'' \text{ in Fig. 7}$$

$$z = \gamma + \gamma' + \gamma'' \text{ in Fig. 8}$$

oder dies zusammenfassend:

$$z = \gamma + \gamma' \mp \gamma'' \dots \dots \dots \quad (17)$$

wo das obere Zeichen für die Punkte über, das untere für die Punkte unter der Sonne gilt. — Richtet man nun die Kante des Prismas successiv nach allen möglichen Punkten des Horizonts, und bringt es auf die bezeichnete Art jedesmal in die wirksame Stellung, so erlangt auch h successive alle möglichen Werthe, und diesen entsprechen bestimmte $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma$, die man nach der Formel (9) so wie dann auch γ', γ'', χ nach (16) und (17) berechnen kann. Wenn man dies thut, und die durch die einzelnen c und χ bezeichneten Punkte des Himmels durch eine Curve verbindet, so hat man die Erscheinung der Berührungsbögen.

Um jedoch, ehe wir diese Rechnung specieller ausführen, zuvor klar zu machen, inwiefern man die angenommene Verticalität der Hauptaxe ändern darf, und zwar in der beschriebenen partiellen Art, sey erstlich bemerkt, dass, wenn gesagt wird, die Mehrzahl der Krystalle sey vertical, dies nicht so verstanden werden kann, als seyen einige bestimmte Krystalle fortwährend in verticaler, andere fortwährend in geneigter Stellung. Vielmehr werden sie, einzeln genommen, sämmtlich in steten Schwankungen begriffen seyn, und nur öfter sich in der verticalen als in einer bestimmten geneigten Stellung befinden, *vorausgesetzt, dass ihre Schwankungen klein sind*. Ferner sey bemerkt, dass, welche geneigte Stellung irgend ein Prisma auch immer einnehmen möge, man sich vorstellen kann, dass die doppelte Schwankung desselben 1) um die Kante als Axe, 2) die Schwankung der Kante selbst (die nach allen möglichen Höhen und Azimuten stattfinden kann), es in diese Stellung gebracht habe.

Die Schwankungen der Kante selbst haben auf die Wirksamkeit der durch das Prisma hindurchgehenden Strahlen (unter übrigens gleichen Umständen) gar keinen Einfluss, und in dieser Beziehung entscheidet bloß die Menge. Die Mehrzahl der Kanten ist aber horizon-

tal. Wenn also auch die Prismen mit geneigten Kanten irgend welche Lichterscheinungen hervorbringen sollten (die sich übrigens unter einander vermischen), so entsteht doch das *vorglänzende* Phänomen durch die horizontalen Kanten. Man hat also bei der Rechnung nur auf diese Rücksicht zu nehmen, und es war nothwendig (wie in Fig. 7 und 8 geschehen ist) die Richtung *K* genau in den Horizont zu setzen.

Anders verhält es sich mit den Schwankungen in dem erstgenannten Sinne. Hier gewährt die natürliche Lage, in der sich das Prisma bei verticaler Hauptaxe befindet, *nicht* unbedingt die grösste Helligkeit, sondern nur in dem ganz speciellen Falle, wo die Sonnenhöhe die erforderliche Grösse hat, um den Strahl gleichschenklig durch das Prisma hindurchgehen zu lassen. Es sey z. B. (Fig. 9 Taf. I) *AKC* das durch die Flächen *C* und *A* gebildete Prisma, in normaler Stellung, für welches bei verticaler Hauptaxe *AK* vertical und *CK* horizontal ist, dann hat der hindurchgehende (rothe) Strahl *ScaO* das Maximum seiner Wirksamkeit, wenn *ScC* oder die Sonnenhöhe $= 21^{\circ} 56',8$ ist. Ist also die Sonnenhöhe nicht allzuweit von dieser günstigen Grösse entfernt, und macht das Prisma kleine Pendelschwingungen um *K* als Axe, so kommt es auch mit jeder Schwingung einmal in die Lage des Minimums der Ablenkung, und die grössere Wirksamkeit dieser Lage wird über die grössere Häufigkeit der natürlichen Lage (Fig. 9) bis auf einen gewissen Punkt das Uebergewicht behalten, oder wird wenigstens bewirken, dass der der Sonne nächste Punkt des durch diese Brechung erzeugten Berührungs-bogens bis auf die gewöhnliche Ring-Distanz von etwa 47° an die Sonne herangerückt wird. Indes wäre es nicht unmöglich, dass bei sehr ruhiger Luft und ungünstiger Sonnenhöhe der Berührungsboogen dennoch aus dem Ringe herausträte (indem die nicht-gleichschenkligen Prismen durch ihre Menge sich geltend machten), was bei

einer Beobachtung Muschenbroek's der Fall gewesen zu seyn scheint (s. Brandes, S. 492), wo das Roth des Berührungsgebogens sich mit dem Blau des Ringes vermischt. Tritt aber diese Trennung nicht ein und ist die Sonnenhöhe doch merklich von der günstigen ($21^{\circ} 56',8$) verschieden, so wird mit wachsender Verschiedenheit wenigstens die Breite des Berührungsgebogens wachsen und von 46° Distanz anfangend um mehrere Grade über den Ring hinaus gehen können. Die Farben dieser verschiedentlich abgelenkten Strahlen werden sich unter einander und mit denen des Ringes zu Weiss vermischen, bis auf den innern rothen Rand des letzteren. — Alles was in diesem Beispiel von der normalen Stellung des Prismas von 90° gesagt ist, lässt sich eben so für die nicht-normale Stellung, und für das Prisma von 60° , wiederholen; indem man es wiederum um die Kante als Axe mehr oder weniger schwanken lässt, und dadurch Richtungen des abgelenkten Strahls erhält, welche ebenfalls ein Minimum (nämlich bei der gleichschenkligen Stellung) erlangen, das aber in gröfsen Distanzen von der Sonne und außerhalb ihres Verticals liegt, wie die Formeln (16) und (17) zeigen.

Man muss indefs, wenn diese Schlüsse nicht an Strenge verlieren sollen, festhalten: 1) dass die Schwankungen der Krystalle klein seyn müssen, 2) dass die Sonnenhöhe nicht viel von der günstigsten Grösse abweichen darf. Im entgegengesetzten Falle endigt der Conflict, in den bei diesem Phänomen die beiden Principien der Wirksamkeit und der Menge gerathen, nicht mit dem Ueberwiegen des einen oder des andern, sondern meist mit der Zerstörung alles Effects. Da namentlich in Bezug auf den zweiten Punkt eine jede gleichschenklige Stellung des Prismas eine besondere Sonnenhöhe erfordert, die ihr am günstigsten ist, da also eine bei normaler Stellung günstige Sonnenhöhe für die nicht-normalen Prismen zugleich ungünstig ist, so erlangen die

Berührungsbögen in der Wirklichkeit bei weitem nicht die Ausdehnung, bis wohin man sie durch Rechnung verfolgen kann, wenn man in (16) und (17) für h nach und nach alle möglichen Werthe setzt. Vielmehr verlieren sie sich gewöhnlich schon in einigen Graden Distanz von dem Vertical der Sonne. — In wie weit die Menge der Brechungen durch ungleichschenklige Prismen unter Umständen die Gestalt der aus den gleichschenkligen Prismen folgenden Berührungsbögen ändern kann, lässt sich durch Rechnung schwer ermitteln; da aber bei *kleinen* Abweichungen von der gleichschenkligen Stellung die Aenderung der Form gewisse kleine und angebbare Gränzen nicht überschreiten kann, und *große* Abweichungen die Erscheinung meist zerstören, so gehe ich auf diese Variabilität nicht näher ein. Es ist aber durch die Erwähnung dieses Umstandes einleuchtend, dass man aus den Messungen der Berührungsbögen nur in seltenen Fällen oder durch complicirte Rechnungen Resultate für das Brechungsverhältnis oder die Krystallwinkel des Eises ziehen kann. Auch folgt, dass der obere und der untere Berührungsboegen eines und desselben Ringes nicht bloß verschiedene Krümmung haben werden (dies folgt aus (16) und (17)), sondern auch etwas verschiedene Distanz von der Sonne haben können, wenn die Krystalle des einen Bogens weiter als die des andern von der günstigen Stellung entfernt sind. (Vergl. Kämtz, Meteorol. III, S. 127.)

Die Prismen, durch welche die beobachteten Berührungsbögen der Ringe von 22° und 47° Halbmesser entstehen, sind die drei des Eiskrystals (Fig. 2 Taf. I), welche bei verticaler Häuptaxe horizontale Kanten haben, nämlich:

$B'[A']=60^\circ 19'4$, $B'B_1=59^\circ 21'2$, $CA'=90^\circ$. Da bei diesen Prismen die Einfallswinkel im Falle der normal-gleichschenkligen Stellung (für das Roth) resp. sind:

$a=41^\circ 30'7$, $a=40^\circ 30'0$, $a=68^\circ 3'2$,
und die Neigungen der Flächen A , B , C gegen den Horizont bei verticaler Hauptaxe

90° , $29^\circ 40'6$, 0° ,

so sind die für die oberen Berührungsbögen günstigsten Sonnenhöhen,

Ring von 22° { Prisma $B'[A'] \dots H=19^\circ 5'7$
Prisma $B'B_1 \dots H=79^\circ 10,6$

Ring von 47° , Prisma $C'A' \dots H=21^\circ 56,8$

so dass also fast eine und dieselbe Sonnenhöhe, von etwa 20° , für beide Ringe die günstigste ist. Da bei dieser Sonnenhöhe mehrere der ausgezeichnetesten Phänomene beobachtet worden sind, wo beide Berührungsbögen gleichzeitig sichtbar waren, so schien mir dieses einer der entscheidendsten Gründe, dass die Neigung der Endfläche B gegen die Hauptaxe (etwa) 60° , nicht aber 30° , betrage, was für die bisher betrachteten Erscheinungen gleichgültig gewesen wäre. — Untere Berührungsbögen können nur durch die beiden Prismen $B'[A']$ (oder eigentlich $[A']B_1$) und AC entstehen; bei welcher Bezeichnung ich, wie auch oben, diejenige Fläche voranstelle, durch die der Strahl zuerst eindringt. Die günstigsten Sonnenhöhen für dieselben sind:

Ring von 22° , Prisma $[A']B_1 \dots H=41^\circ 13'7$

Ring von 47° , Prisma $A'C \dots H=68^\circ 3,2$.

Wenn also letzterer Bogen überhaupt jemals gesehen worden ist, so muss es in ziemlich südlichen Gegenden gewesen seyn, wo er einige Intensität erlangt hat.

Wenn man einen Berührungsbo gen für eine bestimmte Sonnenhöhe berechnen und durch Punkte construiren will, so muss man von jedem einzelnen Punkte 1) die Ablenkung ϵ von der Sonne, 2) die Abweichung χ seiner Ablenkungsebene von dem Vertical der Sonne kennen. Ohne Rücksicht auf den erwähnten geringen Einfluss, den die Abweichung der Sonnenhöhe von ihrer günstigsten Grösse auf die Gestalt der Berührungsbögen haben kann,

berechne ich dieselben nach den strengen Formeln (16) und (17), welche die Prismen in genau gleichschenkliger Stellung voraussetzen. Bei dieser Stellung entsprechen aber nicht bloß einem bestimmten h bestimmte $a, b, c, \alpha, \beta, \gamma, \gamma'$, sondern auch umgekehrt einem bestimmten c bestimmte $h, a, b, \alpha, \beta, \gamma, \gamma'$, und wenn die Sonnenhöhe H gegeben ist, bestimmte χ . Zu diesem Behuf folgen unten Tafeln für die gleichschenkligen Stellungen der Prismen von 60° und 90° , durch welche man, wenn eine der acht Größen $h, a, b, c, \alpha, \beta, \gamma, \gamma'$ gegeben ist, die sieben übrigen findet. Der Prismenwinkel von genau 60° ist gewählt, um sie zugleich für die horizontalen Nebensonnen benutzen zu können, bei denen es auf größere Schärfe ankommt. Mittelst dieser Tafeln ist die Berechnung der Berührungsbögen sehr leicht. Man nimmt nämlich, mit dem Ringe von 22° anfangend, die den Ablenkungen von 22° bis 27° entsprechenden γ, γ', h aus den Tafeln; dies giebt:

$c.$	$22^\circ.$	$23^\circ.$	$24^\circ.$	$25^\circ.$	$26^\circ.$	$27^\circ.$
γ	$4^\circ 15'$	$22^\circ 59'$	$30^\circ 4'$	$34^\circ 36'$	$37^\circ 47'$	$40^\circ 13'$
γ'	86 22	70 52	65 40	62 51	61 17	60 28
h	3 10	18 17	25 12	30 17	34 18	37 40
$\gamma + \gamma'$	90 37	93 51	95 44	97 26	99 4	100 41

berechnet dann die γ'' nach der Formel

$$\cos \gamma'' = \operatorname{tg} h \operatorname{tg} H$$

zieht sie von den $\gamma + \gamma'$ nach (19) ab oder legt sie zu, und erhält dadurch folgende Werthe für χ , für die Sonnenhöhen von 0° bis 50° :

$H.$	Berührungsab.	$c =$	22°.	23°.	24°.	25°.	26°.	27°.
0°	oben	$x =$	0° 37'	3° 51'	5° 44'	7° 26'	9° 4'	10° 41'
10	oben	$x =$	1 10	7 12	10 29	13 21	15 59	18 30
20	oben	$x =$	1 48	10 46	15 36	19 43	23 27	27 0
30	oben	$x =$	2 27	14 51	21 31	27 8	32 16	37 9
	unten	$x =$	178 47	172 51	169 57	167 44	165 52	164 13
40	oben	$x =$	3 17	19 57	28 59	36 46	43 59	51 3
	unten	$x =$	177 57	167 45	162 29	158 6	154 9	150 19
50	oben	$x =$	4 24	27 3	39 51	51 32	63 27	77 37
	unten	$x =$	176 50	160 39	151 37	143 20	134 41	123 45

Eben so für den Ring von 47°, von $c=47^\circ$ bis $c=50^\circ$.

$c.$	47°.	48°.	49°.	50°.	51°.	52°.
γ'	7° 25'	10 34'	12° 48'	14° 35'	16° 3	17° 18'
γ'	86 32	85 16	84 32	84 5	83 49	83 41
h	9 0	12 53	15 40	17 54	19 45	21 20
$r+r'$	93 57	95 50	97 20	98 40	99 52	100 59

<i>H.</i>	Berührungsbt.	$\epsilon =$	47°.	48°.	49°.	50°.	51°.	52°.
0°	oben	$x =$	3° 57'	5° 50'	7° 20'	8° 40'	9° 52'	10° 59'
10	oben	$x =$	5 33	8 9	10 10	11 56	13 30	14 56
20	oben	$x =$	7 15	10 37	13 12	15 25	17 23	19 10
30	oben	$x =$	9 12	13 26	16 39	19 25	21 50	24 1
40	oben	$x =$	11 35	16 55	20 57	24 23	27 24	30 7
50	{ oben	$x =$	14 50	21 39	26 52	31 18	35 12	38 44
	unten	$x =$	173 4	170 1	167 48	166 2	164 32	163 14

Nach diesen Datis ist die Fig. 6 Taf. I gezeichnet. In derselben bedeuten die verschiedenen concentrischen Kreise die Ablenkungen c von Grad zu Grad, und die Zahlen an der äusseren Peripherie die Abweichungen z von dem Verticalkreise der Sonne. Die durch den obersten und untersten Punkt gehenden Curven sind die verschiedenen, den beschriebenen Sonnenhöhen entsprechenden Berührungsbögen. Diese Curven geben indes kein ganz richtiges Bild, da sie eigentlich auf eine Kugel aufgetragen werden müssen. Auch wird die relative Ausdehnung der Krystallflächen, und die Bedingungen für die Entstehung der Berührungsbögen überhaupt, sie selten so ausgedehnt erscheinen lassen. Ein Beispiel des Abbrechens eines Berührungsbögens mitten in gleichförmigem Cirrus findet sich unter meinen Beobachtungen 1838 April 22¹⁾), bei etwa 40° Sonnenhöhe; welche Erscheinung ich daselbst als Ring aufgeführt habe, weil mir damals unbekannt war, dass die Theorie für diese Sonnenhöhe auf Berührungsbögen führe, deren Krümmung denselben Sinn wie die Krümmung des Ringes hat. — Die Zeichnung des Phänomens, welches Lowitz in St. Petersburg beobachtete, scheint sich auf eine Sonnenhöhe von etwa 30° zu beziehen. Aus Fig. 6 sieht man, wie der untere Berührungsring des Ringes von 22° alsdau eine grösere Krümmung als alle übrigen Kreise und Bogen haben musste, was Lowitz ausdrücklich angibt; der obere Berührungsring musste schon sehr flach seyn und sich zum Theil mit dem elliptischen Nebenringe vermischen; der obere Bogen des Ringes von 47° musste mit dem Ringe ungefähr gleiche und entgegengesetzte Krümmung haben. Was die beiden oberen Berührungsringe betrifft, so ist überhaupt zu bemerken, dass der des Ringes von 47° den Sinn seiner Krümmung bei höherer Sonne ändert, als der des Ringes von 22° , dass also im Durchschnitt mehr (nach

1) Für genauere Messung hatte ich kein Instrument zur Hand.

unten) convexe Bogen an dem gröfseren als an dem kleineren Ringe erscheinen werden. Dafs die Berührungs-bogen auch ohne die zugehörigen Ringe entstehen können, ist aus dem Bisherigen hinreichend klar. Beispiele abwärts gekrümmter Berührungs-bogen findet man unter andern bei Aepinus *Nov. Comm. Petrop.* VIII p. 392.

Noch sahen Lowitz 1790 in St. Petersburg und Hansteen, Schult und Segelke 1826 in Norwegen lebhafte Berührungs-bogen des gröfseren Ringes, für welche der Winkel χ im Berührungs-punkte etwa 120° seyn möchte, jedoch (nach Brandes) nicht ganz übereinstimmend bei beiden Beobachtern. Ueber diese Berührungs-bogen gewähren mir die bis jetzt angenommenen Krystallflächen keinen Aufschluss. Es würden Abstumpfungen der Kanten oder der Ecken erfordert werden. Ich lasse daher diese seltene Erscheinung für jetzt auf sich beruhen. Vielleicht dafs die vorliegenden Untersuchungen, mit denen ich deshalb in die Oeffentlichkeit zu treten wage, einige zweckmässige Gesichtspunkte für künftige Beobachtungen darbieten, um die Theorie der Ringe und Nebensonnen, und die Kenntniß der Krystallform des Eises gegenseitig zu der Evidenz zu führen, deren beide fähig zu seyn scheinen.

IX. Die horizontalen Nebensonnen.

Wenn es sich um die Bestimmung des Brechungs-verhältnisses der atmosphärischen Eiskrystalle handelt, so ist, unter Voraussetzung der Richtigkeit der Theorie, die Beobachtung keines Theils der hierher gehörigen Phänomene wichtiger, als die der horizontalen Nebensonnen; einestheils, weil sie häufig genug sind, um zahlreiche Messungen zu erhalten, anderntheils weil keine Unge-wisheit über den Prismenwinkel obwaltet. Die Formeln zur Berechnung derselben sind oben, für die Reduction der Beobachtungen, schon vorausgeschickt. Besonders zu bemerken ist nur noch: *dafs die bisher angenommenen*

nen Krystallflächen nicht ausreichend sind, um horizontale Nebensonnen des Ringes von 47° Halbmesser zu erzeugen. Es existiren zwar sehr wenige Beobachtungen darüber, und mehrere Beobachter, die die Phänomene am ausgebildetsten sahen, bemerken ausdrücklich, *dass der grössere Ring keine Nebensonnen hatte*, jedoch will ich aus der Undeutlichkeit der mir davon zu Händen gekommenen Beschreibungen noch nicht die Unzuverlässigkeit aller folgern. Denn es wäre möglich, dass Abstumpfungen der Kanten des sechsseitigen Prismas zuweilen vorkämen und in Verbindung mit den sechs ursprünglichen Flächen die nöthigen verticalen Prismen von 90° bildeten. — Zur Reduction der Nebensonnen auf den Horizont dienen die am Schluss folgenden Tafeln für die gleichschenklige Stellung der Prismen von 60° und 90° , und es ist h für unseren Fall identisch mit der Sonnenhöhe.

Mit wachsender Sonnenhöhe wachsen auch, wenn das Prisma fortwährend in verticaler und gleichschenklicher Stellung bleiben soll, die Einfallsinkel, und man kann nach der Sonnenhöhe fragen, wo die Brechung wegen $a=90^\circ$ ganz aufhört. Setzt man aber in (9) $a=90^\circ$, so geht die erste dieser Gleichungen über in:

$$\sin h = \frac{\sqrt{1 - n^2 \sin^2 \frac{1}{2} p}}{\cos \frac{1}{2} p} \dots \dots \quad (18)$$

und man findet für $p=60^\circ$ und $=90^\circ$ und für $n=1,31171$ respective:

$$h=60^\circ 39',1 \text{ und } =31^\circ 54',7,$$

so dass in kleineren geographischen Breiten als

$$52^\circ 49' \text{ und } 81^\circ 23'$$

es Stellungen der Sonne geben kann, wo diese Nebensonnen nicht möglich sind.

Die von der Sonne abwärts gekehrten Schweife der Nebensonnen entstehen durch die verticalen nicht-gleichschenkligen Prismen, deren Menge ihren Mangel an Wirksamkeit ersetzt. Alle Punkte der Schweife liegen, wie

die Nebensonnen selbst, in gleicher Höhe mit der wirklichen Sonne (und verstärken daher den weissen Horizontalkreis), da nach der Gleichung (6) die Erhöhung des zwei Mal gebrochenen Strahls über der Polebene (hier dem Horizont) immer gleich der Erhöhung des direct gesehenen Strahls ist, für irgend welche Prismen, ihre Stellung möge gleichschenklig seyn oder nicht.

Bei dem ausgezeichneten Phänomen, welches Lowitz am 29. Juni 1790 zu St. Petersburg beobachtete, erschienen, außer den von der Sonne abwärts gekehrten Schweifen, noch zwei kurze, der Sonne zugekehrte Ansätze (s. die Zeichnung bei Brandes), die sich schräg abwärts bis an den Ring fortsetzten. Andere Beobachter erwähnen nichts davon. Es lässt sich aber in der That ein (nicht sehr hervorragendes) Maximum der Helligkeit für diese Stelle nachweisen. Aufser den genau verticalen Prismen nämlich, welche gleichschenklig sind und die Nebensonnen bilden, giebt es noch eine grosse Menge ebenfalls gleichschenklicher Prismen, welche eine kleine Neigung i gegen den Horizont haben, und Licht in's Auge senden. Unter diesen unzähligen Prismen von der Neigung i ist aber ein Unterschied der Helligkeit; indem diejenigen am hellsten seyn werden, deren Stellung sich der normalen Stellung am meisten nähert, weil bei normalen Prismen die Oeffnung des Prismas am vollständigsten ist. Es sey, um dies genauer zu verfolgen (Fig. 10 Taf. I) Z das Zenit, P, P', S, S'' dasselbe wie in Fig. 1, der um Z mit $ZK=i$ beschriebene kleine Kreis stelle die Richtungen der Kanten aller Prismen vor, die die Neigung i haben; dann nähert sich dasjenige Prisma der normalen Stellung am meisten, bei welchem die Höhe der Sonne über der Polebene PP' am kleinsten ist. Zieht man also den Verticalkreis SZK , so ist der um den jenseitigen Durchschnittspunkt K als Mittelpunkt beschriebene grösste Kreis $P'MP$ diejenige Polebene, von welcher S den kleinsten Abstand hat, und

KSN ist gleichzeitig auf der Polebene und dem Horizont senkrecht, so dass $SM=h$, $SN=H$ ist. Einem bestimmten $h (= H - i)$ entspricht aber, da das Prisma eine gleichschenklige Stellung haben soll, ein bestimmtes c und $\gamma' (= MSP)$, man findet also sehr leicht, wenn man ZSS'' mit χ bezeichnet:

$$\chi = 180^\circ - \gamma' \dots \dots \dots \quad (19)$$

sobald i und H gegeben sind. Das Maximum von χ findet für $i=H$ statt, wo $\gamma'=90^\circ$, $\chi=90^\circ$ und $c=\text{dem Halbmesser des Ringes}$ wird. Lässt man demnach i successively von 0 bis H wachsen, so wird χ , welches anfangs spitz ist, nach und nach stumpfer bis zu $\chi=90^\circ$, und c , welches anfangs die Distanz der Nebensonne ist, wird nach und nach kleiner, bis es gleich dem Halbmesser des Ringes wird. Ist (Fig. 11 Taf. I) Z das Zenit, S die Sonne, N, N' die beiden Nebensonnen, MSM' ein auf dem Vertical der Sonne senkrechter grösster Kreis, NSN' der das Zenit umschreibende weisse Horizontalkreis, dann sind es die Verbindungslienien $NM, N'M'$, welche eine grössere Helligkeit haben müssen. Wenn man diese Figur mit der von Lowitz gegebenen Zeichnung (s. auch Brandes) vergleicht, so wird man finden, dass die Uebereinstimmung nicht besser gewünscht werden kann¹.

Was nun meine gänzlich anomalen Messungen von 1839 Juni 2 und Juni 3 betrifft, wo die gemessene Distanz der Nebensonnen um resp. 10 und 9 volle Grade von der berechneten differirt, so weiss ich mir dieses nicht anders als durch die Annahme einer bestimmten Länge der sechsseitigen Prismen zu erklären. Hierin suche ich zugleich die Ursache des gleichzeitig gesehnen, den Ring umgebenden elliptischen Segmentes, von welchem also künftige Beobachtungen zeigen müssen, ob

1) Diese Ansätze $MN, M'N'$ bezeichnen auch genau die während des Steigens der Sonne von den Nebensonnen N, N' beschriebenen Wege.

es immer mit den anomalen Nebensonnen verbunden ist, oder auch ohne dieselben gesehen wird. — Ist x die Länge der Seite eines regulär sechsseitigen Prismas, y seine Höhe, so kann ein bei gleichschenklicher Stellung des Prismas (von 60°) hindurchgehender Strahl gegen die Polebene höchstens um einen Winkel geneigt seyn, dessen Tangente $= \frac{y}{x}$ ist. Diese Neigung ist aber die früher mit h' bezeichnete Erhöhung von S' (Fig. 1 Taf. I) über der Polebene, es wird also, da einer bestimmten Ablenkung c bestimmte $a, b, \alpha, \beta, \gamma, h'$ entsprechen:

$$\sin h' = \sin b \sin \alpha, \quad \gamma = x \operatorname{tg} h' \dots \quad (20)$$

Bei den Messungen von 1839 Juni 2 und Juni 3 war beide Male c nahe dasselbe, nämlich $25^\circ 37'$ und $25^\circ 44'$, obgleich die Sonnenhöhen etwas verschieden waren. Dieses macht es also erstlich wahrscheinlich, dass diese anomalen Nebensonnen keiner Ursache ihre Entstehung verdanken, die mit der Sonnenhöhe variabel ist (wenn man z. B. besondere Stellungen der Prismen annehmen wollte), sodann zeigt es, dass unter Annahme obiger Erklärung die Länge der Krystalle an zwei verschiedenen Tagen eine gewisse Beständigkeit hätte, ohne welche auch das Phänomen nicht so distinct hätte seyn können. Im Mittel aus beiden Bestimmungen wird:

$$c = 25^\circ 40', \quad b = 38^\circ 2', \quad \alpha = 42^\circ 26', \quad h' = 24^\circ 34', \\ \text{mithin:}$$

$$\gamma : x = 0,4571 : 1,$$

so dass die Seitenflächen des Krystals niedrige Rechtecke wie in Fig. 2 Taf. I waren.

Es ist klar, dass bei diesen Dimensionen und den an den genannten Tagen stattfindenden Sonnenhöhen kein einziges gleichschenkliges Prisma, welches Licht in's Auge sendete, genau vertical seyn konnte; die Nebensonnen müssen sich also etwas tiefer als die wirkliche Sonne auf den schräg abwärts gehenden Ansätzen $NM, N'M'$

(Fig. 11 Taf. I) befunden haben. Denken wir uns nun ferner für einen Augenblick die nahe verticale Stellung der Hauptaxe aufgehoben und die gleichschenkligen Prismen in alle mögliche Lagen zerstreut, so bewirkt die begränzte Länge der Prismen, daß *überhaupt* kein wirk-sames Licht aus gröfseren Distanzen als $25^{\circ} 40'$ in's Auge kommen kann, und daß ein mit dem gewöhnlichen Ringe concentrischer Ring entstehen wird¹), der ringsherum $3^{\circ} 42'$ von ihm absteht und wo der Zwischenraum zwischen beiden weifs ist. In der Wirklichkeit haben aber die Prismen von geringer Neigung über die von grofser Neigung an Menge immer das Uebergewicht. Indem man daher von den Nebensonnen aufwärts nach dem Gipfel des Ringes geht, kommt man auf Prismen von immer gröfserer Neigung, deren geringe Menge endlich gar keine Helligkeit mehr giebt, so daß die Bildung des Ringes allmälig immer mehr der Wirksamkeit überlassen wird, und zuletzt am Gipfel der äußere Ring ganz mit dem inneren gewöhnlichen Ring zusammenfließt.

Aepinus, der diese den Ring umgebenden elliptischen Bogen mehrmals beobachtet hat (*Nov. Comm. Petrop. VIII*, p. 392) scheint sie für Verlängerungen der (bei diesen Sonnenhöhen) nach unten gekrümmten Berührungsbögen zu halten, und man kann in der That (nach Abschn. VIII) Sonnenhöhen angeben, wo die berechneten Berührungsbögen (wenn sie sich in der Wirklichkeit so weit fortsetzen sollten) durch die horizontalen Nebensonnen gehen müssen. Aber 1) sind dies nur bestimmte Sonnenhöhen, und die elliptischen Bogen gingen bei allen vorhandenen Beobachtungen *genau durch die Nebensonnen*; 2) hat der obere Berührungsboegen eine andere Krümmung als der untere, und brauchen nicht beide gleichzeitig durch die Nebensonnen zu gehen; 3) bleibt die Frage wegen der Anomalie der Ne-

1) Auf diese Weise ist ein zu Rom gesehenes, in Huygens' *Opusc. post.* beschriebenes, Phänomen gezeichnet.

bensonnen dabei immer unerledigt. Denn dass sie sich nicht als die Durchschnitte des oberen und unteren Berührungsbogens darstellen lassen, brauche ich wohl kaum zu erwähnen (vergl. Abschn. X). — Es wird für künftige Beobachtungen einer besonderen Sorgfalt bedürfen, zu sondern, was den elliptischen Nebenringen und was den Berührungsboegen angehört, da dieselben Umstände, welche jene erzeugen, auch die Entstehung dieser begünstigen.

X. Die Gegensonnen und die weissen Nebensonnen.

Diese schwächeren Erscheinungen in dem der Sonne gegenüberliegenden Theile des Himmels können, nachdem die möglichen einfachen Refractionen und Reflexionen an dem angenommenen Krystall im Wesentlichen erschöpft sind, nur noch der Total-Reflexion im Innern zugeschrieben werden. Nimmt man wieder, wie in Abschn. IV, den einfacheren und gewöhnlichsten Fall an, dass die beiden Außenflächen P, P'' (Fig. 4 Taf. I) des dreiflächigen Prismas $PP'P''$ gegen die Mittelfläche P' gleiche Neigung haben, so treten wieder die Formeln (10), (11), (12) in Kraft, und die Regel: dass die Winkel des eintretenden Strahls gleich den Winkeln des austretenden sind, so wie: dass bei verticalen Prismen die Höhe des abgelenkten Strahls über dem Horizont gleich der Sonnenhöhe ist. Man verallgemeinert aber letzteres sogleich noch dahin: *dass nur die Mittelfläche P' vertical zu seyn braucht, damit die Höhe des abgelenkten Strahls über dem Horizont gleich der Höhe der Sonne sey.* Denn das Zenit Z muss, wenn P' im Horizont liegt, irgendwo in dem größten Kreise $MM'M''$ liegen, der das gleichschenklige Dreieck MSS'' halbirt, hat also von S und S'' immer gleiche Distanz.

Da sich bei dem dreiflächigen Prisma kein wirksames Minimum oder Maximum der Ablenkung in der Art

wie bei dem zweiflächigen findet, so lege man den etwanigen optischen Erscheinungen das Princip der Menge zu Grunde, nehme also die Hauptaxe vertical an, und betrachte diejenigen Prismen, deren Mittelflächen die der Hauptaxe parallelen A' , $A'' \dots$ sind, und welche bei dieser Stellung des Krystals für totale Reflexionen, deren Licht in's Auge gelangen soll, die günstigsten zu seyn scheinen. Von allen diesen Prismen ist vermöge der obigen Regel (ihre Kanten mögen übrigens vertical, horizontal oder geneigt seyn) sogleich klar: dass alles Licht, welches durch sie hindurch in's Auge gelangt, in gleicher Höhe mit der Sonne erscheinen muss, und dass sie auf diese Weise (namentlich in der der Sonne gegenüberliegenden Gegend) zur Entstehung des weissen Horizontalkreises ohne Zweifel das Meiste beitragen. Es fragt sich nur, ob einzelne Stellen dieses Horizontalkreises, wie die Beobachtungen angeben, einer besonderen Helligkeit fähig sind.

Die einzige Hervorragung, die ich an der Helligkeitscurve bei dieser Reflexion im Innern auffinden kann, ist die, welche *die normale Stellung* darbietet. Wie diese nämlich schon beim zweiflächigen Prisma den breitesten Lichtbündel durchlässt, und dadurch die schräg abwärts gehenden Ansätze der Nebensonnen (Fig. 11 Taf. I) erklärt, so ist dies in verdoppeltem Maafse bei dem dreiflächigen Prisma der Fall, wo, bei einiger Niedrigkeit desselben, eine kleine Abweichung von der normalen Stellung sogleich eine beträchtliche Quantität Licht verloren gehen lässt.

Die dreiflächigen Prismen *mit verticalen Kanten* kommen nirgends in normale Stellung, und werden daher im Voraus ausgeschlossen.

Die Prismen *mit horizontalen Kanten*, wie die mit $C A' [C]$ und $B' A' B_1$ zu bezeichnenden, haben ihre normale Stellung in dem der Sonne gegenüberliegenden Punkte des weissen Horizontalkreises, und tragen daher

sämmlich zur Entstehung der *Gegensonne* bei. Denn das Prisma steht normal gegen die Sonne, wenn der Pol der Mittelfläche P' mit der Sonne S und dem Zenit Z in einem und demselben größten Kreise liegen. In diesem Falle lehrt aber der Anblick der Fig. 4 Taf. I, dass S'' in gleicher Höhe mit der Sonne auf der andern Seite des Zenits liegt.

Was endlich die Prismen mit geneigten Kanten betrifft, so ist deren normale Stellung variabel mit der Sonnenhöhe. Ich betrachte von diesen bloß das Prisma $B' A'' B_3$, welches mir das günstigste und von der relativen Ausdehnung der Krystallflächen unabhängige zu seyn scheint. Für dieses transformirt sich die Fig. 4, weil p stumpf wird, und $\alpha=0$ seyn soll, in Fig. 12. Bezeichnet also:

H die Sonnenhöhe,

i die Neigung der Flächen B' oder B_3 gegen den Horizont,

ε ihre gegenseitige Neigung,

I die Neigung der Kanten des dreiflächigen Prismas gegen den Horizont,

$c=S S''$ die Ablenkung des normal hindurchgehenden Strahls,

$\varphi=S Z S''$ die Azimutal-Ablenkung desselben,

so hat man:

$$\cos I = \frac{\cos i}{\cos \frac{1}{2}\varepsilon}, \quad \cos \frac{1}{2}c = \frac{\sin H}{\sin I}, \quad \cos \frac{1}{2}\varphi = \frac{\operatorname{tg} H}{\operatorname{tg} I} \quad (21)$$

also wenn man aus Abschn. I

$$i=29^\circ 40', 6 \quad \varepsilon=28^\circ 39', 9$$

entnimmt:

$$I=26^\circ 16', 0$$

und für die Abstände der weissen Nebensonnen von der wahren Sonne, von $H=0$ bis $H=60^\circ$:

Sonnenhöhe <i>H.</i>	Kleinster Abstand <i>c.</i>	Azim. Abstand <i>q.</i>
0°	180° 0'	180 0'
10	157 40	170 2
20	135 10	159 18
30	112 14	146 54
40	88 24	131 4
50	62 38	107 56
60	30 4	62 30

so dass die Abstände von der wahren Sonne mit grosser Schnelligkeit sich ändern, und zwar mit wachsender Sonnenhöhe kleiner werden ¹), und endlich bei 63° 44',0 Sonnenhöhe die Nebensonnen ganz mit der wahren Sonne zusammenfallen.

Aus der Vergleichung dieser Rechnung mit den vorhandenen meist unvollkommenen Beobachtungen lässt sich zwar nichts Sichereres schliessen, da eine sehr genaue Angabe der Sonnenhöhe nötig ist. Im Durchschnitt sind aber doch die berechneten Distanzen *zu gross*, und es müssen daher — wenn man anders das *Princip* der Erklärung für richtig anerkennt — Endflächen angenommen werden, welche eine stärkere Neigung gegen den Horizont haben, als die bisherigen. — *Abstumpfungsflächen* der Seitencken würden nicht bloß diese weissen Nebensonnen genügender erklären als die *B'* und *B₃*, sondern auch gleichzeitig die ungewöhnlichen Berührungsbögen des Ringes von 47° (welche *Lowitz* und die Norwegischen Beobachter gleichzeitig mit den weissen Nebensonnen sahen). Und wenn genaue numerische Data hierüber vorhanden wären, so würde die Zusammenbringung dieser ganz heterogenen Phänomene geeignet seyn, jeden Zweifel zu zerstreuen ²).

- 1) Gegen die Theorie von Brandes, welcher aber kein Maximum der Helligkeit nachweist, vergl. IV.
- 2) Dass das Vorkommen noch anderer Flächen als der *A*, *B*, *C*, der Analogie nach, höchst wahrscheinlich ist, brauche ich wohl kaum

Die Gegensonne kann nicht, wie Brandes anführt, als der zweite Durchschnitt des durch die Sonne gehenden Horizontalkreises mit dem Verticalkreise erklärt werden. Einestheils sind diese durch einmalige Reflexion entstehenden Kreise, deren größte Helligkeit in der Nähe der Sonne ist (s. oben V. VI) bei weiterer Entfernung von derselben von solcher Schwäche, dass ihre Sichtbarkeit besonders günstige Umstände erfordert. Anderntheils ist überhaupt hervorzuheben: *dass aus dem bloßen Durchschnitte zweier Kreise noch keine Nebensonnen entstehen.* Ein solcher Durchschnitt kann zwar die Helligkeit verdoppeln, aber nicht in dem Grade vervielfachen, wie bei den Nebensonnen der Fall ist.

XI. Ueber die Bildung und Grösse der atmosphärischen Eiskristalle.

Einer der häufigsten Einwürfe gegen die Erklärung der Ringe und Nebensonnen durch atmosphärische Eistheilchen war bis in die neuere Zeit die Frage, wie es möglich sey, dass diese festen Körper sich Stunden lang in der Luft erhalten können, ohne herabzufallen. Hierauf ist zweierlei zu antworten (wenn es anders dessen bedarf); erstlich dass das Herabfallen so kleiner, oft mikroskopischer Körper in der That weit langsamer vor sich gehen wird, als das größerer Massen von denselben specifischen Gewicht; sodann weiss man, dass der Stunden und Tage lang den Himmel bedeckende Cirrus, in welchem diese Klasse von Erscheinungen sich bildet, nichts Festes und Bestehendes, sondern der Proces eines sich so lange erneuernden Niederschlags ist, bis die tieferen Luftsichten sich in Bezug auf Temperatur und

zu bemerkten; so wie, dass die Annahme dreier bestimmter Flächen *A, B, C* nur so verstanden werden kann, dass diese die häufigeren und vorherrschenden seyen.

Dampfgehalt mit den oberen in's Gleichgewicht gesetzt haben (s. Dove's Meteorol. Unters. S. 47 und 176). Daher rückt dieser in den oberen Regionen vor sich gehende Schneefall von anfangs geringer Mächtigkeit successiv tiefer, und die mehr und mehr sich verdichtenden Cirri gehen endlich, wenn sie in die Region des flüssigen Niederschlags gelangen, in kleine Cumuli über, womit das Phänomen der Ringe endigt und die durch Beugung entstehenden Höfe erscheinen.

Dass die absolute Grösse und das Vorherrschen gewisser Flächen bei den atmosphärischen Krystallen immer dieselben seyen, ist sehr unwahrscheinlich; wegen des Wechsels der dadurch bedingten optischen Erscheinungen, und wegen der Analogie mit andern krystallisirbaren Körpern, die unter verschiedenen Umständen bekanntlich der grössten Mannigfaltigkeit an Form und Grösse (innerhalb der krystallographisch erlaubten Gränen) fähig sind. Jedoch ist es im Gegentheil wahrscheinlich, und nöthigt wiederum die Analogie dazu, dass unter gewissen gegebenen Umständen die ganze Menge der in einer bestimmten Region gebildeten Krystalle nahe gleich gross und gleich gestaltet sey.

Mit dem Bisherigen würde es sich nicht wohl vertragen, wenn ich annehmen wollte, dass die höchst mannigfaltigen Verwachsungen der Schneekrystalle zu sechsstrahligen Sternen, deren Scoresby sehr viele gezeichnet hat, wesentlich zur Erzeugung der Ringe und Nebensonnen beitragen; vielmehr vermuthe ich, dass hierbei vorzugsweise die kleinsten und einfachsten Krystalle wirken, und dass diese beim Herabfallen als Basis dienen, an denen die weiteren Niederschläge sich ansetzen.

Ueber die Gestalt und die relative Ausdehnung der einzelnen Flächen können, dem Obigen zufolge, die Erscheinungen der Ringe und Nebensonnen mehrfache Aufschlüsse darbieten. Weniger Hoffnung ist für die Kenntniß ihrer absoluten Grösse vorhanden. — Ein einziger

vielleicht hierauf zu deutender Umstand, von dem ich sonst nicht zu entscheiden wage, ob er hervorgehoben zu werden verdient, ist: daß häufig vor und während der Ringe (namentlich der Mondringe) in dem feinsten Cirrus ein kleiner Hof, von sehr constantem Halbmesser, sich zeigt, von dem man glauben möchte, daß er durch Beugung an den Eiskristallen (in ihrer einfachsten Gestalt) entsteht. Dafs es Beugung sey, zeigt die nicht selten erkennbare zweite Farbenfolge. (Dabei ist er nicht mit der *successiv* mit der Entfernung vom Monde abnehmenden Helligkeit zu verwechseln, die durch Reflexion entsteht.) Der Halbmesser desselben ist kleiner und constanter als der Halbmesser der Höfe in den Cumulis. Für den Abstand des äufsern scharf begränzten Randes vom Mittelpunkte des Mondes fand ich nämlich:

1838	Jan. 30	$0^{\circ} 31',2$	aus	4	Messungen
	Juli 31	0 30	-	1	-
	Oct. 3	0 29,2	-	4	-
	Oct. 26	0 31	-	1	-
1839	Spt. 19	$0^{\circ} 30,5$	-	4	-
<hr/>					
	Mittel $0^{\circ} 30',33$ aus 14 Messungen.				

Wenn die Eiskristalle statt der Wasserbläschen diese Beugung hervorbringen, so ist nur der Unterschied, daß die ersten mit ihren in verschiedenen Richtungen verschiedenen Durchmessern eine Reihe von Höfen geben, die sich mit einander vermischen, und deren größter (von $30',33$) durch den kleinsten Durchmesser erzeugt wird. Diese Vermischung der Höfe, in Verbindung mit der Größe des Mondhalbmessers würde auch die, fast gleichförmig, gelbe oder gelbbraune Farbe dieses Hofes erklären. — Um numerisch mittelst des gegebenen Halbmessers des Hofes und der gegebenen Wellenlänge des intensivsten Theiles des Spectrums den Durchmesser des beugenden Kör-

pers zu finden, müfste man eigentlich die dunkelste Stelle zwischen dem ersten und zweiten Hofe gemessen haben, was ich aber bei der Schwäche des letzteren nicht gethan, sondern immer das äußerste Roth des ersteren gewählt habe, welche Gränze bei verschieden intensiven Höfen verschieden geschätzt werden kann. Da es indes auf diese Correction hier nicht ankommt, so wende ich unverändert die von Fraunhofer gegebene Wellenlänge (Schumacher, Astr. Abhandl. II, S. 53) von

0,0000211 Par. Zolle

an, und finde mit Berücksichtigung des mittleren Mondhalbmessers von 15,52 den kleinsten Durchmesser der Eiskristalle zu

0,00490 Par. Zolle oder 0,0588 Par. Linien,

eine Grösse, bei welcher das Sonnenlicht noch in hinlänglicher Intensität durchgelassen und reflectirt wird, um darauf die in diesem Aufsatze behandelten Erscheinungen basiren zu können.

Um endlich über die Höhen über der Erdoberfläche, in welchen diese Brechungen und Zurückwerfungen des Lichtes vor sich gehen, eine Ansicht zu erlangen, habe ich eine Anzahl Beobachtungen über das Erscheinen und Verschwinden der Morgen- und Abendröthe an den Cirris und anderen Wolkenarten angestellt, wodurch ich auf jene Höhen schließen zu können glaube; die bei den Cirris sehr beständig zu seyn scheinen, deren Berechnung ich aber numerisch noch nicht ausgeführt habe. Es wäre dabei zur Sprache zu bringen, ob die Erscheinung von Ringen im hohen Sommer und in warmen Klimaten Auffallendes haben kann oder nicht; da sie auch innerhalb der Wendekreise, von Alexander von Humboldt, beobachtet worden sind ¹⁾.

1) *Voyage, II p. 309.*

Zur Erleichterung der Reduction künstiger Beobachtungen der Nebensonnen und Berührungsbojen, und ihrer Vergleichung mit der Theorie folgt zum Schluss eine Tafel der Größen a , b , c , α , β , γ und γ' mit dem Argument h und für die beiden Prismenwinkel von 60° und 90° , die sich auf das oben bestimmte Brechungsverhältnis des Roth (d. i. der Fraunhofer'schen Linie B) von $n=1,31171$ bezieht, und für die nächsten Anwendungen, sowohl bei den anderen Farben als bei etwas anderem Brechungsverhältnisse, hinreichend seyn wird.

Tafel für die gleichschenklige Stellung

h	a	b	c	$c - c_0$
0°	40° 59',1	0',7 30° 0',0	0',5 21° 58',2	0',2 0° 0',0
1	40 59,8	2,4 30 0,5	1,6 21 58,4	0,5 0 0,2
2	41 2,2	4,0 30 2,1	2,7 21 58,9	0,9 0 0,7
3	41 6,2	5,5 30 4,8	3,6 21 59,8	1,2 0 1,6
4	41 11,7	7,1 30 8,4	4,7 22 1,0	1,6 0 2,8
5	41 18,8	8,6 30 13,1	5,7 22 2,6	2,0 0 4,4
6	41 27,4	10,2 30 18,8	6,8 22 4,6	2,3 0 6,4
7	41 37,6	11,8 30 25,6	7,7 22 6,9	2,7 0 8,7
8	41 49,4	13,2 30 33,3	8,7 22 9,6	3,0 0 11,4
9	42 2,6	14,8 30 42,0	9,7 22 12,6	3,5 0 14,4
10	42 17,4	16,2 30 51,7	10,7 22 16,1	3,9 0 17,9
11	42 33,6	31 2,4	11,5 22 20,0	4,2 0 21,8
12	42 51,2	31 13,9	12,4 22 24,2	4,6 0 26,0
13	43 10,3	31 26,3	13,3 22 28,8	5,1 0 30,6
14	43 30,8	31 39,6	14,2 22 33,9	5,5 0 35,7
15	43 52,6	31 53,8	15,0 22 39,4	5,8 0 41,2
15	44 15,8	23,2 32 8,8	15,8 22 45,2	6,2 0 47,0
17	44 40,3	24,5 32 24,6	22 51,4	6,6 0 53,2
18	45 6,1	25,8 32 41,2	16,6 22 58,0	7,0 0 59,8
19	45 33,2	27,1 32 58,4	17,2 23 5,0	7,6 1 6,8
20	46 1,5	29,5 33 16,4	18,6 23 12,6	8,0 1 14,4
21	46 31,0	30,8 33 35,0	19,3 23 20,6	8,6 1 22,4
22	47 1,8	32,0 33 54,3	19,9 23 29,2	9,0 1 31,0
23	47 33,8	34 14,2	23 38,2	9,6 1 40,0
24	48 6,8	33,0 34 34,7	20,5 23 47,8	10,0 1 49,6

Es wäre mein lebhafter Wunsch, wenn genaue und zahlreiche Beobachtungen aus den dazu günstigen Klimaten mir Veranlassung gäben, später auf diesen Gegenstand zurückzukommen, und den Bestimmungen des Brechungsverhältnisses und der Krystallform des festen Wassers einen neuen Grad von Genauigkeit zu geben, da ihre Kenntniß, wenn bei irgend einem Körper, so bei diesem, das mannichfältigste Interesse in sich vereinigt.

des Prismas von 60° , $n(B)=1,31171$.

h	α	β	r	r'
0°	0° 0',0	91°,6	180° 0',0	90° 0',0
1	1 31,6	91,3	177 21,6	1 20,6
2	3 2,9	174 43,4	158,2	2 41,2
3	4 34,0	91,1	157,8	4 1,6
4	6 4,8	90,8	157,1	80,1
		90,4	169 28,5	5 21,7
			156,3	79,5
5	7 35,2	166 52,2	6 41,2	84 17,2
6	9 5,0	89,8	164 17,0	155,2
		89,2	17,0	8 0,4
7	10 34,2	161 43,0	154,0	9 19,0
8	12 2,8	88,6	152,6	10 36,8
		159 10,4	150,6	77,8
9	13 30,4	87,6	156 39,8	11 53,8
		86,9	148,8	77,0
				76,2
10	14 57,3	85,9	154 11,0	13 10,0
11	16 23,2	151 43,4	147,6	14 25,2
12	17 48,0	84,8	145,6	15 39,4
13	19 11,7	83,7	143,0	15 39,4
14	20 34,2	82,5	146 54,8	16 52,6
		144 34,2	140,6	73,2
			138,3	72,0
				74,4
15	21 55,6	80,1	142 15,9	19 15,4
16	23 15,7	140 0,1	135,8	20 25,1
17	24 34,4	78,7	133,1	21 33,4
18	25 51,8	77,4	137 47,0	22 40,5
19	27 7,9	76,1	130,6	67,1
		74,7	127,8	71 6,6
			133 28,6	65,7
				70 15,6
20	28 22,6	73,2	131 23,5	24 50,7
21	29 35,8	71,8	129 21,2	122,3
22	30 47,6	70,4	127 21,8	119,4
23	31 58,0	69,0	125 25,1	116,7
24	33 7,0	67,5	123 31,2	113,9
			111,0	28,5
				55,1
				57,7
				66 28,0
				39,9

288

<i>h.</i>	<i>a.</i>		<i>b.</i>		<i>c.</i>		<i>c - c₀</i>
25	48° 41',0	35',2	34° 55',8	21',6	23° 57',9	10',5	1° 59',6
26	49 16 ,2	35 17 ,4	22 ,1	24 8 ,3	11 ,1	2 10 ,1	
27	49 52 ,6	36 ,4	35 39 ,5	22 ,6	24 19 ,4	11 ,6	2 21 ,2
28	50 30 ,1	37 ,5	36 2 ,1	22 ,6	24 31 ,0	12 ,2	2 32 ,8
29	51 8 ,6	38 ,5	36 25 ,1	23 ,0	24 43 ,2	13 ,0	2 45 ,0
30	51 48 ,2	40 ,6	36 48 ,5	23 ,7	24 56 ,2	13 ,6	2 58 ,0
31	52 28 ,8	41 ,6	37 12 ,2	25 ,9	25 9 ,8	14 ,4	3 11 ,6
32	53 10 ,4	42 ,7	37 36 ,4	24 ,2	25 24 ,2	15 ,0	3 26 ,0
33	53 53 ,1	43 ,7	38 0 ,8	24 ,4	25 39 ,2	15 ,9	3 41 ,0
34	54 36 ,8	44 ,8	38 25 ,6	25 ,1	25 55 ,1	16 ,7	3 56 ,9
35	55 21 ,6	45 ,8	38 50 ,7	25 ,3	26 11 ,8	17 ,4	4 13 ,6
36	56 7 ,4	46 ,8	39 16 ,0	25 ,5	26 29 ,2	18 ,2	4 31 ,0
37	56 54 ,2	47 ,8	39 41 ,5	26 ,2	26 47 ,4	19 ,2	4 49 ,2
38	57 42 ,0	48 ,8	40 7 ,2	25 ,7	27 6 ,6	20 ,0	5 8 ,4
39	58 30 ,8	49 ,8	40 33 ,0	25 ,9	27 26 ,6	21 ,0	5 28 ,4
40	59 20 ,6	51 ,1	40 58 ,9	26 ,1	27 47 ,6	22 ,2	5 49 ,4
41	60 11 ,7	52 ,3	41 25 ,0	26 ,1	28 9 ,8	23 ,6	6 11 ,6
42	61 4 ,0	53 ,5	41 51 ,1	26 ,2	28 33 ,4	24 ,9	6 35 ,2
43	61 57 ,5	54 ,8	21 17 ,3	26 ,2	28 58 ,3	26 ,3	7 0 ,1
44	62 52 ,3	56 ,0	42 43 ,5	26 ,2	29 24 ,6	27 ,5	7 26 ,4
45	63 48 ,3	57 ,5	43 9 ,7	26 ,2	29 52 ,1	29 ,1	7 53 ,9
46	64 45 ,8	59 ,1	43 35 ,9	26 ,2	30 21 ,2	31 ,1	8 23 ,0
47	65 44 ,9	60 ,9	44 2 ,1	26 ,2	30 52 ,3	33 ,1	8 54 ,1
48	66 45 ,8	62 ,6	44 28 ,2	26 ,1	31 25 ,4	35 ,0	9 27 ,2
49	67 48 ,4	64 ,8	44 54 ,0	25 ,8	32 0 ,4	37 ,6	10 2 ,2
50	68 53 ,2	67 ,2	45 19 ,8	25 ,8	32 38 ,0	40 ,6	10 39 ,8
51	70 0 ,4	70 ,0	45 45 ,6	25 ,5	33 18 ,6	44 ,0	11 20 ,4
52	71 10 ,4	73 ,2	46 11 ,1	25 ,3	34 2 ,6	47 ,5	12 4 ,4
53	72 23 ,6	73 ,2	16 36 ,4	25 ,1	34 50 ,1	52 ,3	12 51 ,9
54	73 40 ,8	82 ,1	17 1 ,5	24 ,8	35 42 ,4	58 ,0	13 44 ,2
55	75 2 ,9	88 ,1	47 26 ,3	24 ,5	36 40 ,4	64 ,8	14 42 ,2
56	76 31 ,0	96 ,7	47 50 ,8	24 ,2	37 45 ,2	75 ,0	15 47 ,0
57	78 7 ,7	109 ,3	48 15 ,0	23 ,8	39 0 ,2	89 ,4	17 2 ,0
58	79 57 ,0	130 ,0	48 38 ,8	23 ,6	40 29 ,6	112 ,6	18 31 ,4
59	82 7 ,0	178 ,0	49 2 ,4	23 ,1	42 22 ,2	165 ,6	20 24 ,0
60	85 5 ,0		49 25 ,5		45 7 ,8		23 9 ,6

<i>h.</i>	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>r.</i>	<i>r'</i> .
25°	34° 14', 5	66', 1	121° 40', 2	108° 0	29° 52', 8
26	35 20', 6	64', 6	119 52', 2	30 49', 0	56', 2
27	36 25', 2	63', 2	118 7, 0	105', 2	65 10', 2
28	37 28', 4	61', 8	116 24', 5	102', 5	55', 0
29	38 30', 2	60', 4	114 44', 8	99', 7	64 34', 2
30	39 30', 6	59, 0	113 7, 8	94, 2	53, 7
31	40 29', 6	57', 6	111 33', 6	91, 6	64 0, 3
32	41 27', 2	56', 2	110 2, 0	35 59', 7	62 6, 0
33	42 23', 4	54, 9	108 33', 2	88, 8	47, 5
34	43 18', 3	53, 6	107 6, 9	86, 3	61 43', 0
35	44 11', 9	52, 3	105 43, 2	81, 2	46, 2
36	45 4, 2	51, 0	104 22, 0	39 2, 5	60 48, 3
37	45 55', 2	49, 9	103 3, 2	78, 8	60 35, 0
38	46 45', 1	48, 5	101 46, 9	76, 3	40 27, 4
39	47 33', 6	47, 4	100 32, 8	74, 1	41 0, 0
40	48 21, 0	99 21, 0	69, 4	41 48, 5	60 10, 5
41	49 7, 2	44, 9	98 11, 6	67, 1	42 27, 6
42	49 52, 1	97 4, 5	64, 8	43 5, 9	38, 3
43	50 35, 8	43, 7	95 59, 7	43 43, 2	60 9, 0
44	51 18, 5	42, 7	94 57, 0	62, 7	41 13, 1
45	52 0, 1	41, 6	61, 0	44 19, 9	60 20, 7
46	52 40, 6	93 56, 0	59, 8	44 56, 0	36, 1
47	53 20, 0	92 57, 0	56, 4	45 31, 5	60 47, 1
48	53 58, 3	38, 3	92 0, 6	46 6, 2	34, 7
49	54 35, 8	37, 5	91 6, 0	46 40, 5	61 31, 2
50	55 12, 1	90 12, 0	54, 0	47 15, 0	34, 5
51	55 47, 4	35, 3	89 20, 0	49, 0	62 0, 7
52	56 21, 7	88 31, 0	47, 0	48 22, 8	36, 3
53	56 55, 0	33, 3	87 44, 0	48 56, 2	63 18, 6
54	57 27, 4	86 13, 0	46, 4	34, 1	48, 9
55	57 58, 8	31, 4	44, 6	49 30, 3	64 7, 5
56	58 29, 2	85 30, 2	42, 8	50 5, 1	57, 9
57	58 29, 7	84 49, 0	51 17, 4	36, 8	65 5, 4
58	59 28, 7	84 9, 5	39, 5	51 39, 5	66 14, 0
59	59 27, 6	83 31, 5	38, 0	52 49, 5	73 28, 3
60	60 22, 1	82 55, 5	35, 5	53 29, 0	79, 6
		82 20, 0	54 36, 5	81 25, 9	

Tafel für die gleichschenklige Stellung

<i>b.</i>	<i>a.</i>	<i>b.</i>	<i>c.</i>	<i>c - c₀</i>
0°	68° 3',2	45° 0',0	46° 6',8	0° 0',0
1	68 4,0	45 0,3	46 7,2	1,8 0 0,4
2	68 6,2	45 1,2	46 9,0	0 2,2
3	68 10,0	45 2,7	46 12,1	0 5,3
4	68 15,2	45 4,8	46 16,6	0 9,8
5	68 22,0	45 7,6	46 22,4	0 15,6
6	68 30,4	45 10,9	46 29,6	0 22,8
7	68 40,4	45 14,8	46 38,3	0 31,5
8	68 52,0	45 19,4	46 48,4	0 41,6
9	69 5,1	45 24,5	47 0,0	0 53,2
10	69 19,8	45 30,2	47 13,0	1 6,2
11	69 36,2	45 36,4	47 27,7	1 20,9
12	69 54,2	45 43,2	47 44,0	1 37,2
13	70 14,0	45 50,6	48 2,0	1 55,2
14	70 35,5	45 58,5	48 21,8	2 15,0
15	70 58,9	46 7,0	48 43,7	2 36,9
16	71 24,2	46 15,9	49 7,8	3 1,0
17	71 51,6	46 25,4	49 31,0	3 27,2
18	72 21,0	46 35,5	50 2,8	3 56,0
19	72 52,7	46 46,0	50 34,4	4 27,6
20	73 26,7	46 57,0	51 9,0	5 2,2
21	74 3,2	47 8,5	51 46,6	5 39,8
22	74 43,0	47 20,4	52 29,0	6 22,2
23	75 25,3	47 32,8	53 14,4	7 7,6
24	76 11,3	46,0 47 45,5	54 5,6	7 58,8
25	77 2,0	55,0 47 58,8	55 3,6	8 56,8
26	77 57,0	48 12,4	56 8,2	10 1,4
27	78 58,0	48 26,5	57 22,0	11 15,2
28	80 6,7	48 40,8	58 48,6	12 41,8
29	81 26,5	48 55,6	60 33,2	14 26,4
30	83 2,5	49 10,7	62 45,0	16 38,4
31	85 11,0	49 26,1	65 53,2	19 46,4

des Prismas von 90° , $n(B)=1,31171$.

h	$a.$	$\beta.$	$\gamma.$	γ'
0°	0° 0',0	64° 6'	180° 0',0	91° 5'
1	1 4,6	64,7	178 28,5	91,4
2	2 9,3	64,7	176 57,1	91,3
3	3 13,9	64,6	175 25,8	91,3
4	4 18,4	64,5	173 54,7	91,1
		64,4	90,9	49,6
5	5 22,8	64,2	172 23,8	90,5
6	6 27,0	64,2	170 53,3	90,5
7	7 31,0	64,0	169 23,0	89,3
8	8 34,9	63,9	167 53,2	89,8
9	9 38,5	63,6	166 23,9	89,3
		63,3	88,8	48,9
10	10 41,8	63,0	164 55,1	88,3
11	11 44,8	62,6	163 26,8	87,6
12	12 47,4	62,4	161 59,2	87,0
13	13 49,8	62,0	160 32,2	86,2
14	14 51,8	61,5	159 6,0	85,4
			81,0	47,5
15	15 53,3	61,1	157 40,6	84,7
16	16 54,4	60,6	156 15,9	83,7
17	17 55,0	60,3	154 52,2	82,9
18	18 55,3	59,7	153 29,3	82,0
19	19 55,0	59,3	152 7,3	81,0
			75,7	48,5
20	20 54,3	58,7	150 46,3	79,9
21	21 53,0	58,7	149 26,4	79,0
22	22 51,1	58,1	148 7,4	77,9
23	23 48,7	57,6	146 49,5	76,7
24	24 45,7	57,0	145 32,8	75,7
		56,4	75,7	48,5
25	25 42,1	55,8	144 17,1	74,6
26	26 37,9	55,8	143 2,5	73,4
27	27 33,1	55,2	141 49,1	72,1
28	28 27,6	54,5	140 37,0	71,0
29	29 21,5	53,9	139 26,0	70,8
30	30 14,7	52,6	138 16,2	68,6
31	31 7,3	52,6	137 7,6	69,0

II. Versuche mit dem Licht des Nordlichts.

Das ausgezeichnete Nordlicht vom 22. Oct. vorigen Jahres, welches in ganz Mittel-Europa, selbst in Italien (z. B. in Rom) gesehen worden¹⁾), hat unter andern Hrn. Baudimont zu Paris Veranlassung gegeben, das Licht desselben mit einem Savart'schen *Polariskop*²⁾ zu untersuchen, und dabei will er gefunden haben, dass dasselbe nicht nur homogen roth, sondern auch polarisiert gewesen, an einigen Gegenden des Himmels nach zwei Richtungen (nach horizontaler und verticaler), an andern sogar nach drei. — Hiezu macht Hr. Arago die Bemerkung, dass er mit dem von ihm i. J. 1815 beschriebenen Polariskop (*Polariscope à lunules*) zwar auch Spuren von Polarisation an jenem Nordlicht beobachtet habe, er sich aber dennoch nicht getraue, daraus zu folgern, dass das Licht dieser mysteriösen Phänomene ein reflectirtes sey, da das direct beobachtete Licht wegen des zur Zeit herrschenden Mondscheins nothwendig gemischt seyn müfste mit dem von der Atmosphäre reflectirten Mondlicht, ja selbst mit dem reflectirten Licht des an andern Stellen des Himmels leuchtenden Meteors. Mit Recht fügt er auch noch hinzu, dass drei Polarisationsrichtungen ein Ding der Unmöglichkeit seyen. (*Compt. rend. T. IX p. 573.*)

1) Auch in Berlin, S. Ann. Bd. XXXXVIII S. 611.

2) Das Savart'sche Polariskop besteht aus zwei Bergkrystallplatten von etwa einem bis zwei Millimetern Dicke, die einer der Flächen der natürlichen Pyramide des Krystals parallel geschnitten (also gegen die Axe einen Winkel von $38^{\circ} 20'$ machen) und so auf einander gelegt sind, dass sich die Hauptschnitte rechtwinklich kreuzen. Davor ist eine Turmalinplatte angebracht, in solcher Stellung, dass ihre Axe diesen rechten Winkel halbiert. Sämmliche drei Platten sind in eine Korkscheibe eingelassen und bilden ein System von 6 bis 10 Millimeter Dicke. Richtet man nun dieses auf polarisiertes Licht, so erblickt man gerade farbige Streifen, getrennt in der Mitte durch einen schwarzen Strich, die in der Richtung der Polarisationsebene dieses Lichtes liegen, und dadurch als Anzeiger derselben dienen. — Statt der Bergkrystallplatten kann man auch Kalkspathplatten nehmen, die parallel den natürlichen Flächen des Rhomboëders geschnitten sind. Man sehe den Aufsatz vom Dr. Müller, Ann. Bd. XXXV S. 261.

III. Ueber Holzgeist, Xylit, Mesit und deren Zersetzungspredkte durch Kali und Kalium; von Salomon Weidmann und Eduard Schweizer in Zürich.

(Schluß von S. 182.)

M e s i t.

Wir haben oben schon beim Mesiten eines eigenthümlichen Körpers Erwähnung gethan, welcher oft im rohen Holzgeist vorkommt, und mit dem Mesiten in seinen physikalischen Eigenschaften viele Aehnlichkeit hat. Diese Substanz nennen wir Mesit, weil wir sie ungefähr auf die nämliche Weise erhalten haben, wie Reichenbach seinen Mesit erhielt, wenn dieser Chemiker nicht, wie Berzelius vermuthet, essigsauren Holzäther gehabt hat. Mit Gewisheit läßt sich dieses jedoch nicht ermitteln, da Reichenbach seinen Mesit nicht analysirt hat.

Der rohe Holzgeist, den wir zu unseren Untersuchungen erhielten, enthielt immer nur eine geringe Menge Mesit. Dieser ist nach der Trennung des Holzgeistes von Xylit in letzterem aufgelöst, und kann durch Wasser nicht ausgeschieden werden, weil ein Gemenge von viel Xylit mit wenig Mesit sich in allen Verhältnissen mit Wasser mischen läßt. Wie schon beim Xylit angeführt worden ist, kann man durch fractionirte Destillation des mesithaltigen Xylits den größten Theil des ersten abgeschieden erhalten, wenn man mit der Destillation so lange fortfährt, bis das Uebergehende durch Wasser getrübt wird. In der Retorte bleibt der Mesit zurück. Aus dem übergegangenen Xylit kann man bei der Reinigung desselben oft noch etwas Mesit gewinnen, wenn man die von der Verbindung des Xylits mit Chlorcalcium ab-

filtrirte Flüssigkeit fractionirt destillirt. Der auf diese beiden Weisen abgeschiedene Mesit wird hierauf mehrmals mit Wasser geschüttelt, um noch vorhandenen Xylit wegzubringen. Diese Operation vermindert zwar die Menge des Mesits, allein sie muß doch öfters wiederholt werden, indem der Xylit sehr hartnäckig anhängt. Die gewaschene Flüssigkeit wird hierauf im Wasserbade destillirt. Es bleibt dabei gewöhnlich eine kleine Menge eines höchst unangenehm riechenden und bitter und zusammenziehend schmeckenden, schwer flüchtigen Körpers zurück, den wir bis jetzt nicht genauer untersucht haben. Nach der von Kane angegebenen Bereitung des Methols müßte dieser Stoff Methol seyn. Jedenfalls kommt dabei aber noch ein anderer Stoff vor, der den eigenthümlichen Geruch und Geschmack besitzt. Der Mesit wird alsdann durch Chlorcalcium noch vollständig entwässert. Wir sammelten denselben bei verschiedenen Bereitungen in mehreren Portionen, die wir der Analyse unterwarfen.

I. Mesit einer ersten Bereitung.

Erste Portion.

1) 0,305 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,673	= Kohlenstoff	0,1861
Wasser	0,297	= Wasserstoff	0,0330

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	61,01
Wasserstoff	10,82
Sauerstoff	28,17
	100,00.

2) 0,258 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,572	= Kohlenstoff	0,1582
Wasser	0,249	= Wasserstoff	0,0277

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	61,32
Wasserstoff	10,74
Sauerstoff	27,94
	<hr/>
	100,00.

Zweite Portion. 0,320 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,721	= Kohlenstoff	0,1994
Wasser	0,304	= Wasserstoff	0,0338

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	62,31
Wasserstoff	10,57
Sauerstoff	27,12
	<hr/>
	100,00.

Dritte Portion. 0,286 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,651	= Kohlenstoff	0,1800
Wasser	0,277	= Wasserstoff	0,0308.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	62,94
Wasserstoff	10,77
Sauerstoff	26,29
	<hr/>
	100,00.

Vierte Portion. 0,279 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,646	= Kohlenstoff	0,1786
Wasser	0,283	= Wasserstoff	0,0314.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	64,01
Wasserstoff	11,25
Sauerstoff	24,74
	<hr/>
	100,00.

II. Mesit einer zweiten Bereitung.

Erste Portion. 0,398 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,866 = Kohlenstoff 0,2394
Wasser 0,380 = Wasserstoff 0,0422.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	60,15
Wasserstoff	10,60
Sauerstoff	29,25
<hr/>	

100,00.

Die zweite Portion wurde nicht analysirt.

Dritte Portion. 0,391 Substanz gaben:

Kohlensäure 0,891 = Kohlenstoff 0,2463
Wasser 0,378 = Wasserstoff 0,0420.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	63,01
Wasserstoff	10,74
Sauerstoff	26,25
<hr/>	

100,00.

Wie wir gesehen haben, bildet sich der Mesit auch bei der Einwirkung von Kali und Kalium auf Xylit. Die Analysen des auf diese Weise erhaltenen Mesits (s. oben) stimmen sehr gut mit den Analysen der mittleren Portionen, und wir können daher wohl mit Gewissheit für den Mesit die Formel $C_6 H_{12} O_2$ festsetzen:

		Berechnet.
6 At. Kohlenstoff	458,610	62,55
12 - Wasserstoff	74,877	10,20
2 - Sauerstoff	200,000	27,25
	<hr/>	
	733,487	100,00.

Die ersten und letzten Portionen weichen etwas von der berechneten Zusammensetzung ab, was seinen Grund darin hat, dass jene noch etwas Xylit und diese schon

eine geringe Menge von dem oben erwähnten schwerflüchtigen Körper enthielten.

Der Mesit ist farblos, leichtflüssig; er besitzt einen sehr angenehmen ätherischen Geruch und einen brennenden Geschmack. Er brennt mit einer hellleuchtenden russenden Flamme; sein Siedpunkt liegt etwas über 70°. In seiner Löslichkeit in Wasser kommt er mit dem Mesiten überein.

Bei der Einwirkung von Kalihydrat auf Mesit scheidet sich sogleich ein Salz aus, welches, mit einer verdünnten Säure destillirt, Essigsäure liefert. Die von dem Salze getrennte Flüssigkeit ist schön gelb gefärbt und enthält Xylitnaphta.

Weitere Untersuchungen konnten wir mit dem Mesit, aus Mangel an Material, nicht vornehmen.

Xylitnaphta.

Dieser Körper wurde schon von Hrn. Prof. Löwig bei der oben erwähnten Untersuchung über die Einwirkung von Kalium auf Holzgeist gefunden. Es ist früher aber gezeigt worden, dass Hr. Prof. Löwig zu seinen Versuchen keinen Holzgeist, sondern Xylit angewandt hatte.

Ueber die Darstellung des Xylitnaphta verweisen wir auf das Vorhergehende.

Im reinen Zustande stellt sie eine farblose leichtflüssige Substanz dar, die einen dem Pfeffermünzöl ähnlichen Geruch und einen brennenden Geschmack hat. Sie ist leichter als Wasser und löst sich in demselben nur in höchst geringer Menge auf. In Weingeist, Holzgeist, Xylit und Aether hingegen ist sie leichtlöslich. Ihr Siedpunkt liegt ungefähr bei 110°. Sie brennt mit hellleuchtender russender Flamme.

Die oben angeführten Analysen der Xylitnaphta und die welche Hr. Prof. Löwig bekannt gemacht hat, stimmen sehr gut mit der Formel $C_6H_{12}O_{14}$ überein.

Analyse von Löwig.

Kohlenstoff	66,64
Wasserstoff	10,23
Sauerstoff	23,13
	100,00.

Berechnet.

6 At. Kohlenstoff	458,610	67,12
12 - Wasserstoff	74,877	10,95
1½ - Sauerstoff	150,000	21,93
1 At. Xylitnaphta	683,487	100,00.

Zwei Bestimmungen des specifischen Gewichts des Dampfes dieses Körpers fielen folgendermaßen aus:

- 1) Gewichtsüberschuss des mit Dampf gefüllten Ballons im Vergleich des mit Luft erfüllten
Inhalt des Ballons 0,301 Grm.
Lufrückstand 153 C.C.
Temperatur der Luft 21° C.
Temperatur des Dampfes 170° C.
Barometerstand 0,729 Mm.
Specifisches Gewicht des Dampfes = 4,23.
- 2) Gewichtsüberschuss des mit Dampf gefüllten Ballons in Vergleich des mit Luft erfüllten.
Inhalt des Ballons 0,241 Grm.
Lufrückstand 147 C.C.
Temperatur der Luft 1 C.C.
Temperatur des Dampfes 21° C.
Barometerstand 168° C.
Specifisches Gewicht des Dampfes = 3,65.

Nach der Berechnung ist dasselbe 3,76812, wenn man annimmt, dass sich die Bestandtheile zwei Mal verdichtet haben:

6	Vol.	Kohlenstoff	5,05674
12	-	Wasserstoff	0,82560
1½	-	Sauerstoff	1,65390
			<hr/>
			7,53624.

$$\frac{7,53624}{2} = 3,76812.$$

Wir behandelten Xyltnaphta mit einem Uberschufs von Kalhydrat. Nach beendigter Einwirkung wurde die schwarzbraune Masse mit Wasser verdünnt, wobei sich ein harziges Oel ausschied. Dieses lieferte bei der Destillation mit Wasser ein schwer flüchtiges Oel, während in der Retorte Xylitharz zurückblieb. Das hierbei erhaltene Oel stimmte sowohl in seinen Eigenschaften als in seiner Zusammensetzung mit dem Xylitol überein.

0,222 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,646	= Kohlenstoff	0,1786
Wasser	0,216	= Wasserstoff	0,0240.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,46
Wasserstoff	10,81
Sauerstoff	8,73
	<hr/>
	100,00.

Die von dem rohen Oele getrennte wäfsrige Flüssigkeit wurde destillirt, wobei eine kleine Menge einer geistigen Flüssigkeit, ohne Zweifel Holzgeist, überging. Mit Bestimmtheit konnten wir nicht nachweisen, dass es wirklich Holzgeist war, da wir eine zu geringe Menge davon erhielten, und überdiefs der Holzgeist, wie bekannt, durch Kali bedeutend verändert wird. In dem Rückstand waren, außer Essigsäure, noch sehr kleine Mengen von den Nebenproducten vorhanden, welche bei der Einwirkung von Kalium auf Xylit entstehen, und deren Nachweisung dort näher beschrieben worden ist.

Kalium wirkt ziemlich lebhaft auf Xyltnaphta ein,

es entwickelt sich dabei aber kein Gas. Die Masse wird nach und nach ganz schwarzbraun und dick. Nach beendiger Einwirkung scheidet sich daraus mit Wasser ein Oel ab, das aus unzersetzter Xyltnaphta, Xylitol und Xylitharz besteht. In der davon getrennten Flüssigkeit war Essigsäure, eine geistige Substanz, wahrscheinlich Holzgeist und geringe Quantitäten der erwähnten Nebenproducte enthalten.

Xylitharz.

Diese Substanz entsteht, wie aus dem Früheren zu ersehen ist, bei längerer Einwirkung des Kalihydrats auf Xylit neben einigen anderen Stoffen. Um dasselbe rein zu erhalten, ist es am besten, wenn man die Einwirkung des Kalis, nachdem sich einmal eine ziemliche Menge des Harzes gebildet hat, was an der braunen Farbe der Masse zu sehen ist, unterbricht, damit das Kali nicht auf das gleichzeitig gebildete Xylitol einwirken kann, wobei sich ebenfalls ein Harz bildet, wie weiter unten gezeigt wird. Wie das Xylitharz aus der so erhaltenen Masse im reinen Zustande erhalten werden könnte, ist schon weiter oben angegeben worden. Dieses Harz entsteht auch bei der Einwirkung des Kaliums auf Xylit, und bei der des Kalihydrats und Kaliums auf Xyltnaphta, wie so eben gezeigt wurde; es kann aber durch Kalium nicht so rein erhalten werden.

Im reinen Zustande ist das Xylitharz eine rothbraune in der Sommertemperatur weiche und zähe, bei niedrigerer Temperatur aber spröde Masse, welche weit unter dem Siedpunkt des Wassers vollständig flüssig wird und sich in höherer Temperatur zersetzt. Es ist schwerer als Wasser, und darin vollkommen unlöslich, hingegen leicht löslich in Weingeist, Holzgeist, Xylit und Aether; die geistige Lösung derselben reagirt nicht sauer. In Kalilösung ist es unlöslich; mit einer weingeistigen

Lösung von essigsaurem Bleioxyd giebt die weingeistige Lösung desselben keinen Niederschlag, durch Zusatz von Ammoniak aber wird es kaum gefällt. Wir fügen hier noch eine Analyse des Xylitharzes bei, eine andere findet sich schon weiter oben.

0,292 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,845	= Kohlenstoff	0,2336
Wasser	0,259	= Wasserstoff	0,0288.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,00
Wasserstoff	9,86
Sauerstoff	10,14
<hr/>	

100,00.

Die einfachste Formel, welche mit den Analysen des Xylitharzes übereinstimmt, ist $C_8H_{12}O$, wahrscheinlicher aber ist seine Zusammensetzung $C_{24}H_{36}O_3 = 2C_{12}H_{18} + 3O$. Das Xylitharz wäre dann eine höhere Oxydationsstufe desselben Radicals, welches im Xylitol vorkommt.

		Berechnet,
24 At. Kohlenstoff	1834,44	79,22
36 - Wasserstoff	224,63	9,52
3 - Sauerstoff	300,00	11,26
<hr/>		
1 At. Xylitharz	2359,07	100,00.

Xylitol.

Das Xylitol entsteht auch bei der Einwirkung des Kalihydrats und Kaliums auf Xylit und Xylitnaphta. Um dasselbe zu erhalten lässt man eine sehr grosse Menge von Kalibhydrat auf Xylit einwirken. Hierbei wird der anfänglich gebildete Mesit und die Xylitnaphta wieder zerstört, und wenn man das Verhältnis von Kali gut getroffen hat, so besteht das Oel, welches sich beim Vermischen der mit Kali behandelten Masse mit Wasser

ausscheidet, fast bloß aus Xylitol und Xylitharz. Die Trennung dieser beiden Stoffe und die völlige Reinigung des Xylitöles, wenn noch Mesit und Xylitnaphtha mit derselben vorkommen, wurde schon weiter oben angegeben. Es ist jedoch noch zu bemerken, dass, besonders, wenn man grölsere Quantitäten des Xylitöles bereitet, dasselbe die Xylitnaphtha sehr hartnäckig zurückhielt und ihren Siedpunkt bedeutend verändert, wie aus den folgenden Analysen ersichtlich ist.

0,377 eines Oeles, welches einige Zeit einer Temperatur von 200° ausgesetzt worden war, gab:

Kohlensäure	1,047	=	Kohlenstoff	0,2895
Wasser	0,348	=	Wasserstoff	0,0387.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	76,78
Wasserstoff	10,25
Sauerstoff	12,97
<hr/>	
	100,00.

Dieses Oel wurde wieder in einem Destillationsapparate einer Temperatur von 200° ausgesetzt, wobei eine ziemliche Menge Oel abdestillirte, ehe die Temperatur auf 200° gestiegen war; der Rückstand gab folgendes Resultat:

0,319 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,922	=	Kohlenstoff	0,2549
Wasser	0,308	=	Wasserstoff	0,0342.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,62
Wasserstoff	10,72
Sauerstoff	9,66
<hr/>	
	190,00.

Als dieses Oel nochmals der gleichen Operation unterworfen wurde, destillirte wieder ein wenig davon unter 200°. Der Rückstand, der längere Zeit über 200°

erhitzt worden war, enthielt immer noch etwas Xylit-naphta, wie sich aus der folgenden Analyse ergab:

0,269 Substanz gaben:

Kohlensäure **0,777** = Kohlenstoff **0,2148**

Wasser **0,254** = Wasserstoff **0,0278.**

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,87
Wasserstoff	10,34
Sauerstoff	9,79
	<hr/>
	100,00.

Das reine Xylitol ist farblos, gewöhnlich aber besitzt es eine gelbe Farbe. Es ist leichter als Wasser und in demselben fast unlöslich; in Weingeist, Holzgeist, Xylit und Aether ist es leicht löslich. Es besitzt einen bitteren brennenden Geschmack und einen eigenthümlichen Geruch. Sein Siedpunkt liegt weit über 200°, wobei es ohne Zersetzung destillirt werden kann. Es brennt mit einer hellleuchtenden stark rufsenden Flamme.

Mehrere Analysen des Xylitols wurden schon weiter oben aufgeführt, einige andere sind noch weiter unten zu finden. Diese Analysen stimmen mit der Formel $C_{12}H_{18}O=C_{12}H_{18}+O$ überein. Das Xylitol enthält wahrscheinlich dasselbe Radical wie das Xylitharz; hierüber wird noch weiter unten gesprochen werden.

		Berechnet.
12 At. Kohlenstoff	917,22	81,22
18 - Wasserstoff	112,32	9,94
1 - Sauerstoff	100,00	8,84
1 At. Xylitol	1129,54	100,00.

Auch diesen Stoff hat schon Hr. Prof. Löwig bei seinen Versuchen über die Einwirkung des Kaliums auf Holzgeist erhalten. Wir wollen hier seine Analysen derselben anführen, welche mit den unsrigen übereinstimmen. Er fand in 100 Theilen:

	1.	2.
Koblenstoff	80,94	81,37
Wasserstoff	10,27	9,84
Sauerstoff	8,79	8,79
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

Es bleibt daher keinen Zweifel mehr unterworfen, daß Hr. Prof. Löwig, anstatt Holzgeist, Xylit zu seinen Versuchen angewandt hat.

Wird Xylitol mit Kalihydrat zusammengebracht, so wird die Mischung unter Erwärmung braun und zuletzt schwarz, und nach einiger Zeit erstarrt das Ganze zu einer steinharten Masse. Ein längere Zeit so behandeltes Xylitol wurde mit Wasser zusammengebracht, in welchem sich das Kali nur langsam mit gelbbrauner Farbe löste, und auf der Flüssigkeit sammelte sich ein dunkelbraunes Oel an, welches durch Destillation mit Wasser in ein flüchtiges Oel und in ein Harz geschieden werden konnte. Das Oel war noch unverändertes Xylitol, wie sich aus den physikalischen Eigenschaften und der folgenden Analyse ergab:

0,330 Substanz gaben:

$$\begin{array}{lll} \text{Kohlsäure} & \mathbf{0,946} = \text{Kohlenstoff} & \mathbf{0,2615} \\ \text{Wasser} & \mathbf{0,310} = \text{Wasserstoff} & \mathbf{0,0344}. \end{array}$$

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,26
Wasserstoff	10,43
Sauerstoff	10,31
	<hr/> 100,00

Das Harz glich in seinen physikalischen Eigenschaften fast ganz dem Xylitharz, nur war es etwas schwieriger schmelzbar. Eine Analyse desselben mislang, und konnte wegen Mangels an Substanz nicht wiederholt werden.

In der alkalischen Lösung waren etwas Essigsäure und

und Spuren von den schon mehrmals erwähnten Nebenproducten enthalten.

Die aus der Zersetzung des Xylitöls durch Kalihydrat hervorgehenden Stoffe sind also hauptsächlich ein Harz und Essigsäure; auf diese Zersetzungspoducte werden wir ebenfalls weiterhin zurückkommen.

Das Xylitol wird nur sehr langsam von Kalium angegriffen; es findet hierbei keine bemerkbare Temperaturerhöhung statt, und es dauert sehr lange, bis nur eine kleine Menge von Kalium verschwunden ist, selbst wenn die Einwirkung durch gelinde Wärme unterstützt wird. Ein Gas wird hierbei nicht entwickelt, das Oel färbt sich dunkel und verdickt sich. Eine gewisse Menge des Oeles wurde so lange mit Kalium behandelt, bis dasselbe fast gar nicht mehr einwirkte. Die dunkelbraune Masse wurde dann mit Wasser vermischt, welches stark alkalisch wurde und sich rothgelb färbte, während sich auf seiner Oberfläche ein braunes Oel sammelte, das durch Destillation mit Wasser in ein flüchtiges Oel, welches noch unverändertes Xylitol war, wie sich aus seinen Eigenschaften und den folgenden Analysen ergab, und in ein Harz getrennt wurde.

1) 0,258 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,739	= Kohlenstoff	0,2043
Wasser	0,250	= Wasserstoff	0,0277.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	79,20
Wasserstoff	10,76
Sauerstoff	10,04

2) 0,270 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,790	= Kohlenstoff	0,2184
Wasser	0,256	= Wasserstoff	0,0284.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	80,90
Wasserstoff	10,53
Sauerstoff	8,57
	100,00.

Das Harz kam in seinen Eigenschaften fast ganz mit dem Xylitharz überein, nur war es nicht so leicht schmelzbar. Die Analyse desselben gab folgendes Resultat.

0,210 Substanz gaben:

Kohlensäure	0,629	= Kohlenstoff	0,1739
Wasser	0,193	= Wasserstoff	0,0214.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	82,82
Wasserstoff	10,21
Sauerstoff	6,97
	100,00.

Demnach ist dies Harz ein von dem Xylitharz bestimmtes verschiedenes; seine Analyse stimmt mit der Formel $C_{16}H_{24}O$ überein, die richtige Zusammensetzung desselben ist aber wahrscheinlich, wie weiter gezeigt werden soll, $C_{48}H_{72}O_3 = 2C_{24}H_{36} + 3O$.

		Berechnet.
48 At.	Kohlenstoff	3668,88
72 -	Wasserstoff	449,26
3 -	Sauerstoff	300,00
1 At. Harz		4418,14
		100,00.

In der wässrigen Flüssigkeit konnte, außer freiem Kali, etwas essigsarem Kali und den in kleiner Menge vorkommenden Nebenproducten, Nichts nachgewiesen werden.

Die Hauptproducte, welche aus der Einwirkung des Kaliums auf Xylitol hervorgehen, sind demnach Essigsäure und ein Harz.

Nachdem wir im Vorhergegangenen bloß That-sachen mitgetheilt, wollen wir nun versuchen einige theoretische Erklärungen über dieselben zu geben. Die Eigenschaft des Xylits, je nach der Behandlung mit Schwefelsäure, Holzätherschwefelsäure oder schwefelsau-rem Holzäther, und bei der Destillation mit Kleesalz und Schwefelsäure, kleesauren Holzäther zu geben, so wie durch Einwirkung von Kalihydrat in ein Kalisalz und in Holzgeist zu zerfallen, kann als ein sprechender Be-weis für die Ansicht angesehen werden, nach welcher der Xylit als eine Holzätherverbindung betrachtet wird. Die Elementaranalyse des Xylits und sein specifisches Gewicht des Dampfes führen zu der empirischen Formel $C_6H_{12}O_{24}$. Wird hiervon ein Atom Holzäther C_2H_6O abgezogen, so bleibt $C_4H_6O_{14}$ übrig, und der Xylit erscheint demnach als eine Verbindung von Holzäther C_2H_6O mit $C_4H_6O_{14}$, einer Verbindung, welche wir Xylitsäure genannt haben, und welche als eine Oxyda-tionsstufe des Acetyls betrachtet werden kann. Für diese Beziehung spricht auch das Verhalten des Kalihydrats zu Xylit. Bei der ersten Einwirkung desselben bildet sich bloß Holzgeist und ein Kalisalz, welches nach die-ser Ansicht xylitsaures Kali $K + C_4H_6O_{14}$ seyn müfste. Die empirische Formel des so erhaltenen Salzes ist $K_3C_{18}H_{30}O_7$, welche sich in die rationelle $3(K + C_4H_6O_{14}) + (C_2H_6O + C_4H_6O_{14})$ verwandeln lässt, und welche den Anforderungen, welche die chemische Theorie an das Kalisalz stellen kann, vollkommen entspräche. Die An-nahme eines solchen Doppelsalzes von xylitsaurem Kali mit xylitsaurem Holzäther wird gerechtfertigt durch die Existenz eines ähnlichen Doppelsalzes von essigsaurem Kali mit essigsaurem Holzäther, welches unter den glei-chen Umständen wie das erstere gebildet wird, und des-sen Formel $6(K + C_4H_6O_3) + (C_2H_6O + C_4H_6O_3)$ ist. Die Ansicht, die Xylitsäure als eine Oxydationsstufe

des Acetyls zu betrachten, stützt sich auf das Verhalten des eben erwähnten Doppelsalzes, von xylitsaurem Kali sich beim Auflösen in Wasser unter dem Einflusse der Luft in essigsauers Kali zu verwandeln¹). Hierbei wird der mit dem xylitsauren Kali noch verbundene Xylit abgeschieden und die Xylitsäure durch den Sauerstoff der Luft in Essigsäure übergeführt. Ferner spricht dafür das Verhalten des Kalisalzes, bei der Destillation mit verdünnten nicht flüchtigen Säuren eine flüchtige Säure zu liefern, welche alle Eigenschaften der Essigsäure besitzt, und deren Barytsalz, sowohl nach den äuferen Eigenschaften, als nach der Elementaranalyse, essigsauers Baryt ist. Auch hierbei ist die Essigsäure durch Oxydation der Xylitsäure gebildet worden. Diese Ansicht über die Zusammensetzung des Xylits wird ferner gerechtfertigt durch das Verhalten desselben zu wäfsligem Kali, durch welches er in Holzgeist und in ein Kalisalz zerlegt wird, das nach der Destillation mit einer starken Säure eine flüchtige Säure liefert, deren Barytsalz ebenfalls durch die Analyse und die äuferen Eigenschaften für essigauren Baryt erkannt werden kann. Die Annahme, daß die Essigsäure schon im Xylit enthalten sey, läßt sich mit der Elementarzusammensetzung desselben unter Bildung von Holzgeist nicht vereinigen. Es bleibt bloß die Annahme übrig, daß die Essigsäure durch Oxydation einer weniger sauerstoffreichen Substanz, der Xylitsäure, durch die Luft entstanden sey.

Nach dem Gesagten würden also vier verschiedene Oxydationsstufen des Acetyls angenommen werden können. Das Acetoxyd $C_4H_6 + O$, die Xylitsäure $C_4H_6 + 1\frac{1}{2}O$ oder $2C_4H_6 + 3O$, die Aldehydsäure $C_4H_6 + 2O$.

1) Daß das Acetyl die Fähigkeit besitzt, schnell in Essigsäure überzugehen, dafür spricht der Essigsäurebildungsproceß aus dem Weingeist. Es entsteht zuerst Acetoxyd, welches schnell durch Aufnahme von Sauerstoff in Essigsäure übergeht. Bei Anwesenheit von Basen muß dies nur noch schneller erfolgen.

und die Essigsäure $C_4H_6 + 3O$. Diese Verbindungen lassen sich durch folgende rationelle Namen bezeichnen: Die erste Verbindung ist Acetyloxyd, die Xylitsäure kann den Namen unteracetylige Säure erhalten, welchen früher das Acetyloxyd geführt hat, die Aldehydsäure ist acetylige Säure und die Essigsäure Acetylsäure. Mit Unteracetylsäure würde eine in dieser Reihe noch fehlende Verbindung $C_4H_6 + 2\frac{1}{2}O$ oder $2C_4H_6 + 5$ zu bezeichnen seyn.

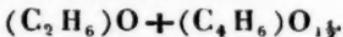
Der Xylit ist demnach *unteracetyliges saures Methyl-oxyd* ($C_2H_6 + O$) + ($C_4H_6 + 1\frac{1}{2}O$).

Nach diesen Voraussetzungen wollen wir nun versuchen eine Erklärung von der Zersetzung zu geben, welche der Xylit durch eine fortgesetzte Einwirkung von Kalihydrat erleidet. Wie gezeigt wurde, beginnt in dem Maafse, in dem die Zersetzung des Xylits fortschreitet, und sich die Menge von Holzgeist und dem Doppelsalze von xylitsauren Kali mit Xylit vergrößert, welches sich in der an Holzgeist reicher werdenden Flüssigkeit auflöst, eine zweite Zersetzung, welche ohne Zweifel durch die Auflösung des Kalisalzes in der holzgeistreicherem Flüssigkeit bedingt wird, indem unter dem gleichzeitigen Einflusse von Kali das xylitsaure Kali eine zersetzende Einwirkung auf noch unzersetzten Xylit ausübt. Die hierbei sich bildenden neuen Producte sind Mesit, Xylitnaphta, Xylitol und Xylitharz; anfangs wird fast bloß Mesit gebildet, bei längerer Einwirkung aber tritt die Xylitnaphta auf, und erst später bilden sich grössere Mengen von Xylitharz und Xylitol. Die Zusammensetzung des Mesits und der Xylitnaphta unterscheiden sich von der des Xylits bloß durch einen geringeren Sauerstoffgehalt; im Xylitharz und Xylitol nimmt zugleich auch noch der Wasserstoff ab.

Wir wollen daher zuerst die Bildung des Mesits und der Xylitnaphta näher betrachten. Die Zusammensetzung des Xylits ist $C_6H_{12}O_{24}$, die des Mesits ist

$C_6H_{12}O_2$ und die der Xylitnaphtha $C_6H_{12}O_{14}$. Da sich außer Holzgeist, Mesit, Xylitnaphtha und einem Kalisalze, welches nach der Destillation mit einer stärkeren Säure Essigsäure liefert, im Anfange kein anderes Product bildet, so kann der Sauerstoff, welchen der Mesit und die Xylitnaphtha weniger enthalten als der Xylit, nur in dem Kalisalze gesucht werden. Die Zersetzung beruht einfach darin, dass die in dem Kalisalze, welches bei der ersten Einwirkung von Kali auf Xylit entsteht, enthaltene unteracetylige Säure durch die Gegenwart einer Basis bestimmt wird, sich höher zu oxydiren und sich in eine stärkere Säure, in Acetylsäure, zu verwandeln. Den Sauerstoff entzieht die unteracetylige Säure noch unzersetzen Xylit, und so entsteht dann Mesit, welcher von unteracetyliger Säure ebenfalls wieder desoxydiert werden kann und dann in Xylitnaphtha übergeht.

Diese Erklärung über die Ueberführung des Xylits in Mesit und Xylitnaphtha bezieht sich bloß auf die empirische Formel des Xylits. Wir wollen diese Veränderungen nun nach der rationellen Zusammensetzung des Xylits betrachten; derselbe besteht aus



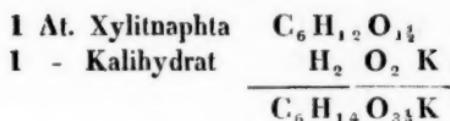
Bei der Bildung des Mesits aus Xylit bleiben entweder die beiden in dem Xylit vorkommenden Radicale, Methyl und Acetyl, bei der Zersetzung unverändert, und es wird bloß dem einen oder dem andern Oxyde Sauerstoff entzogen, und zwar in diesem Falle der unteracetyligen Säure, welche in Acetyloxyd übergeht; oder es findet eine vollständige Umsetzung der in dem Xylit enthaltenen Elemente statt, so dass a priori keine Ansicht über die Gruppierung derselben in dem Mesit aufgestellt werden kann, welche Wahrscheinlichkeit für sich hat. Die bis jetzt über den Mesit vorliegenden Versuche berechtigen nicht zu der Annahme, dass bei seiner Bildung der zweite Fall eingetreten sey, im Gegentheile sprechen dieselben für die zuerst ausgesprochene Ansicht, nach

der der Mesit als eine Verbindung von Methyloxyd mit Acetyloxyd angesehen werden muß; seine rationelle Formel ist dann $(C_2H_6)O + (C_4H_6)O$. Für diese Ansicht spricht das Verhalten von Mesit zu Kalihydrat: er zerfällt bei der Einwirkung desselben zuerst in ein Kalisalz, welches bei der Destillation mit einer stärkeren Säure Essigsäure liefert, und in Xylitnaphta, und wenn die Einwirkung länger dauert entstehen noch Xylitol und Xylitharz. Ohne Zweifel bildet sich hierbei auch Holzgeist, welcher aber, wenn nicht große Mengen von Mesit zur Zersetzung angewendet werden, höchst schwierig nachzuweisen ist. Diese Zersetzung ist ganz ähnlich wie diejenige des Xylits durch Kalihydrat. Es bildet sich wahrscheinlich zuerst Acetyloxydkali und Methyloxydhydrat. Aus dem schon angeführten Grunde aber entzieht das Acetyloxydkali noch unzersetztem Mesit Sauerstoff, und verwandelt sich so in ein Kalisalz einer höheren Oxydationsstufe von Acetyl, während der Mesit, welcher Sauerstoff verloren hat, sich in Xylitnaphta verwandelt und erst später findet die Bildung von Xylitharz und Xylitol statt. Für diese Ansicht über die Zusammensetzung des Mesits spricht ferner das Verhalten der Xylitnaphta zu Kalihydrat, wovon weiter unten gesprochen wird.

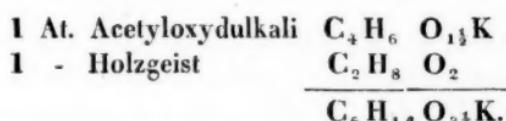
Für die Bildung der Xylitnaphta können ebenfalls die beiden für den Mesit angeführten Theorien aufgestellt werden. Aus den vorhandenen Versuchen über diesen Stoff ergeben sich sowohl Gründe für die eine als für die andere Theorie. Nach der für den Mesit angenommenen Theorie würde das Acetyloxyd im Mesit die Hälfte seines Sauerstoffs verlieren und sich in ein Acetyloxydul verwandeln, so daß die Xylitnaphta eine Verbindung von Methyloxyd mit Acetyloxydul wäre $(C_2H_6)O + (C_4H_6)O\frac{1}{2}$ oder $2(C_2H_6)O + (2C_4H_6 + O)$. Wird angenommen, daß wenigstens eines der im Mesit vorkommenden Radicale beim Uebergang in Xylit-

naphta zersetzt würde, so können verschiedene Erklärungen gegeben werden, von denen die folgende die größere Wahrscheinlichkeit für sich hat: Das Acetyl des Acetyloxyds, welches im Mesit enthalten ist, setzt sich beim Verlust der Hälfte des damit verbundenen Sauerstoffs in ein anderes damit polymerisches Radical $C_8 H_{12}$ um, welches sich mit der übriggebliebenen Hälfte von Sauerstoff zu einem neuen Oxyde verbindet. Die Xylit-naphta ist dann eine Verbindung von 2 Atomen Methyl-oxyd mit einem Atome dieses neuen Oxyds $2(C_2 H_6)O + (C_8 H_{12})O$. — Wird nun das Verhalten der Xylit-naphta zu Kalihydrat nach diesen verschiedenen Theorien zu erklären gesucht, so zeigt sich, dass für jede dieser Theorien die Zersetzung auf verschiedene Weise erklärt werden kann. Die Vergleichung aller Ansichten wird zeigen, welcher der Vorzug gegeben werden muss.

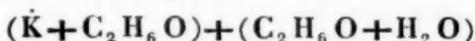
Durch die Einwirkung des Kalihydrats zerfällt die Xylitnaphta in ein Kalisalz, welches nach der Destillation mit einer nichtflüchtigen Säure Essigsäure liefert, in Xylitharz, in Xylitol und in eine geistige Flüssigkeit, ohne Zweifel Holzgeist. Die empirische Formel des Xylitharzes ist $C_8 H_{12} O$ und die des Xylitols $C_{12} H_{18} O$. Vergleicht man die Zusammensetzung dieser Körper mit derjenigen der Xylitnaphta, so ergibt sich, dass der Unterschied nicht allein auf einem geringeren Sauerstoffgehalte beruht, wie dies bei den bis jetzt betrachteten, durch die Einwirkung von Kali aus einander hervorgehenden Stoffen der Fall war, sondern dass auch der Wasserstoff abnimmt. Die Erklärung hiervon kann nach der für die Xylitnaphta zuerst aufgestellten Zusammensetzung $(C_2 H_6)O + (C_4 H_6)O \frac{1}{2}$ so gegeben werden, dass bei der ersten Einwirkung des Kalihydrats sich das Acetyl-oxydul mit Kali verbindet, während das Methyloxyd das Wasser, welches mit dem Kali verbunden war, aufnimmt und Holzgeist bildet:



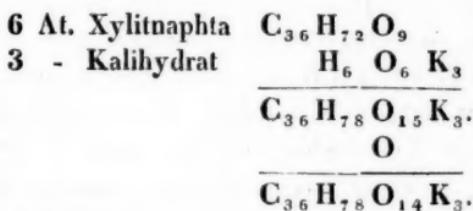
bilden:



Wenn die Einwirkung länger dauert, so entzieht das Acetyloxydulkali noch unzersetzter Xylitnaphta Sauerstoff; es bildet sich ein Kalisalz einer höheren Oxydationsstufe des Acetys; der Sauerstoff, den die Xylitnaphta hierbei verliert, wird dem Acetyloxydul entzogen, welches in derselben enthalten ist. Ob nun der so aus dem Acetyloxydul entstandene Körper, welcher das Xylitol ist, eine noch niedrigere Oxydationsstufe des Acetys, ein Suboxyd desselben $3\text{C}_4\text{H}_6\text{O}$ sey, oder ob sich das Acetyl in ein neues polymerisches Radical $\text{C}_{12}\text{H}_{18}$ umgesetzt habe, welches sich mit dem noch übrigen Sauerstoff zu einem neuen Oxyde $\text{C}_{12}\text{H}_{18} + \text{O}$ verbunden hat, wollen wir dahingestellt seyn lassen. Jedenfalls ist bei der Bildung dieses Körpers das früher mit dem Acetyloxydul vereinigt gewesene Methyloxyd nicht mit dem neuen Oxyde verbunden geblieben; dasselbe hat wahrscheinlich mit Kalihydrat eine Doppelverbindung von Methyloxydkali und Holzgeist



gebildet.



verlieren

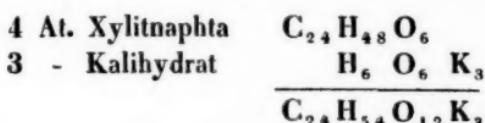
woraus entstehen:

2 At. Xylitol	$C_{24}H_{36}O_2$
3 - Holzätherkali	$C_6H_{18}O_6K_3$
3 - Holzgeist	$C_6H_{24}O_6$
	<hr/>
	$C_{36}H_{78}O_{14}H_3$

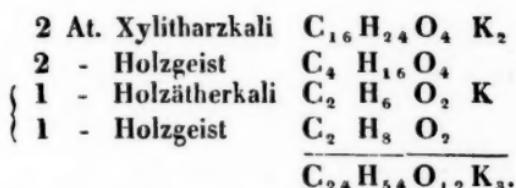
Nachdem das Kalihydrat längere Zeit eingewirkt hat, wären demnach folgende Verbindungen entstanden: Holzgeist, Acetyloxydulkali, Kalisalze von höheren Oxydationsstufen des Acetyl, die Verbindung von Holzätherkali mit Holzgeist und Xylitol. Wird dieses Gemenge von Verbindungen mit Wasser behandelt, so zersetzt sich das Acetyloxydulkali in Kalihydrat, welches sich in Wasser löst und in Acetyloxydul, welches als Xylitharz abgeschieden wird; das Holzätherkali wird ebenfalls zerstet in Kalihydrat und in Holzgeist, welche sich beide in Wasser lösen; auch die acetylischen Kalisalze lösen sich auf und das Xylitol bleibt mit dem Xylitharze gemengt.

Demnach wäre das Xylitharz das Acetyloxydul $2C_4H_6 + O$. Wird diese Ansicht aber verworfen, und das Xylitharz für ein Oxyd eines mit dem Acetyl polymeren Radicals, z. B. $C_8H_{12} + O$, gehalten, so muß die Zersetzungstheorie der Xylitnaphtha verändert werden, was auf verschiedene Weise geschehen kann. Entweder wird das Acetyloxydul erst bei der Zersetzung des Acetyloxydulkalis mit Wasser in das neue Oxyd umgesetzt, oder das Acetyloxydul wird schon bei der Einwirkung von Kali auf Xylitnaphtha $(C_2H_6)O + (C_4H_6)O_4$ in das Oxyd $(C_8H_{12})O$ verwandelt, und es bildet sich dann kein Acetyloxydulkali, sondern eine Verbindung des neuen Oxyds mit Kali. Nach diesen Annahmen muß aber ferner festgestellt werden, daß: 1 Atom Kalihydrat zwei Atome Xylitnaphtha zerstete, und 1 Atom Xylitharzkali $K + (C_8H_{12})O$ entstehe, während 2 At. Methyloxyd und 1 Atom Wasser frei werden; es kann sich also bloß 1 Atom Methyloxyd in Holzgeist verwandeln.

Das zweite Atom bildet in Verbindung mit noch einem anderen Atome, welches durch einen gleichen Proces abgeschieden worden ist, mit einem Atome Kalihydrat die Verbindung von Methyloxydkali und Holzgeist



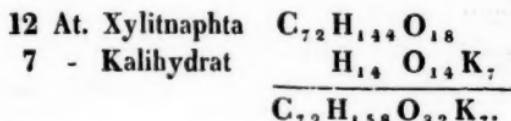
bilden:



Dieses letztere Verhältnis würde natürlich auch stattfinden, wenn das Acetyloxydulkali aus $K+(2C_4H_6+O)$ und nicht aus $K+(C_4H_6)O_4$ zusammengesetzt wäre.

Das in der Kaliverbindung vorkommende Radical muss aber dann bei weiterem Fortgange des Processes und bei der Aufnahme von mehr Sauerstoff sich wieder in Acetyl C_4H_6 verwandeln, um acetylsaures Kali zu bilden.

Das Xylitol und Xylitharz lassen sich auch als Oxyde desselben Radicals betrachten, nämlich als $C_{12}H_{18}+O$ und $2C_{12}H_{18}+3O$. Nach dieser Ansicht muss die Zersetzungstheorie der Xylitnaphtha ebenfalls modifizirt werden. Die erste Einwirkung des Kalis auf dieselbe kann unter der Voraussetzung, dass 6 Atome Acetyloxydul sich in ein Atom Xylitharz umsetzen, welches sich mit einem Atom Kali verbindet, durch folgendes Schema dargestellt werden:



liefern:

2 At.	Xylitharzkali	$C_{4.8}H_{7.2}O_8K_2$
2	- Holzgeist	$C_4H_{1.6}O_4$
{ 5	- Holzätherkali	$C_{1.0}H_{3.0}O_{1.0}K_5$
{ 5	- Holzgeist	$C_{1.0}H_{4.0}O_{1.0}$
<hr/>		$C_{7.2}H_{15.8}O_{3.2}K_7$

Es wäre nun noch die Zersetzung der Xylitnaphtha durch Kalihydrat zu betrachten, wenn in derselben kein Acetyloxydul, sondern ein Oxyd des Radicals $C_8H_{1.2}$ angenommen wird; die Xylitnaphtha ist dann $2(C_2H_6)O + (C_8H_{1.2})O$. Die ganze Zersetzung fällt dann mit wenigen Abänderungen mit schon betrachteten Fällen zusammen. Jedoch wäre anzunehmen, dass das in der Xylitnaphtha vorkommende Acetyloxydul sich nicht erst in ein anderes Oxyd $C_8H_{1.2} + O$ verwandle, sondern dass dieses Oxyd schon in derselben gebildet vorkomme. Auch könnte festgestellt werden, dass das Oxyd $C_8H_{1.2} + O$ sich in ein Oxyd $2C_{1.2}H_{1.8} + 3O$ verwandele, während in einem früher betrachteten Falle das Acetyloxydul sich in das Oxyd $2C_{1.2}H_{1.8} + 3O$ verwandelt hat. Die weiteren Zersetzung sind dann ganz dieselben wie früher angegeben wurde.

Die Xylitnaphtha aber ebenfalls als eine Verbindung von $6(C_2H_6)O + (2C_{1.2}H_{1.8} + 3O)$ zu betrachten, scheint uns ganz unstatthaft, da dieselbe schon wegen des specifischen Gewichts des Dampfes der Xylitnaphtha, deren Bestandtheile zwölf Mal verdichtet wären, wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Ansicht, dass bei der Bildung der Xylitnaphtha aus Mesit eine vollständige Umsetzung der Bestandtheile des Mesits stattgefunden habe, so dass in der Xylitnaphtha weder Methyl noch Acetyl vorkommen, hat gar nichts für sich sprechendes. Das Verhalten des Kalis zu Xylitnaphtha zeigt auf's Deutlichste, dass jedenfalls das Methyl

in der Xylitnaphtha noch unverändert vorkommt. Eine Umsetzung der Elemente könnte nur das Acetyl treffen.

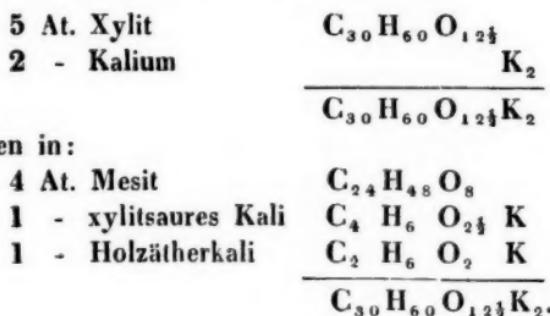
Nach Vergleichung der verschiedenen entwickelten Theorien über die Zersetzung der Xylitnaphtha durch Kalihydrat möchte wohl die folgende am wahrscheinlichsten seyn: Die Xylitnaphtha ist eine Verbindung von *Methyloxyd* mit *Acetyloxydul* ($C_2H_6O + (C_4H_6)O\frac{1}{2}$ oder $2(C_2H_6)O + (2C_4H_6 + O)$). Bei der Zersetzung derselben durch Kali setzt sich das Acetyloxydul in Xylitharz $2C_{12}H_{18} + 3O$ um, welches sich mit einem Atome Kali verbindet. Das Xylitol und Xylitharz sind Oxyde desselben Radicals = $C_{12}H_{18}$.

Nachdem das Verhalten der Xylitnaphtha zu Kalihydrat näher auseinandergesetzt wurde, ergibt sich die Bildung des Xylitharzes und Xylitöles bei einer weiter fortschreitenden Zersetzung des Xylits durch Kalihydrat von selbst. Es ist bereits gezeigt worden, dass der Xylit sich zuerst in Mesit und dann in Xylitnaphtha verwandelt; das Xylitharz und Xylitol sind daher nur Zersetzungspredkte der Xylitnaphtha. Nur kann zwischen der Zersetzung der reinen Xylitnaphtha und diesem Processe der Unterschied vorkommen, dass besonders das xylitsaure Kali reducirend wirkt, und weniger die Verbindung von Xylitharz mit Kali. Dies ist auch der Grund, warum die Menge von acetylsaurem Kali in Vergleich zu dem sich bildenden Xylitol und Xylitharz in diesem Falle viel gröfser ist als bei der Zersetzung der reinen Xylitnaphtha, da das Xylitharz einer viel gröfseren Menge von Xylitnaphtha Sauerstoff entziehen muss, als die Xylitsäure, um die gleiche Menge von Acetylsäure zu bilden.

Bei der Einwirkung von Kalihydrat auf Xylitol erhält man acetylsaures Kali und ein Harz. Diese Zersetzung ist ohne Zweifel eine ganz ähnliche wie die schon betrachteten: Ein Atom Xylitol entzieht mehreren Atomen Xylitol Sauerstoff, das Radical des reducirenden

Atoms setzt sich in Acetyl um, und dies bildet mit dem Sauerstoff die Acetylsäure, welche sich mit Kali verbindet, während mehrere Atome des Radicals in den Theilen, welche Sauerstoff verlieren, sich in ein noch höher polymerisches umsetzen, welches mit dem übriggebliebenen Sauerstoff ein neues Oxyd, ein Harz, bildet. Die Menge des sich hier bildenden acetylsauren Kalis kann daher nur sehr gering seyn.

Nach dem Vorliegenden lässt sich die Einwirkung des Kaliums auf Xylit leicht übersehen. Bei der ersten Einwirkung entzieht das Kalium mehreren Atomen Xylit Sauerstoff, welcher dadurch in Mesit übergeht, das gebildete Kali zersetzt ein anderes Atom Xylit, und bildet damit xylitsaures Kali und Holzätherkali :



Geht die Einwirkung des Kaliums längere Zeit fort, so entzieht das Kalium auch dem Mesit Sauerstoff; er wird in Xylitnaphta verwandelt, und es tritt überhaupt der ganze Reductionsproces, wie er bei der Einwirkung des Kalihydrats weitläufig auseinandergelegt wurde, nur mit einigen Modificationen ein; es bildet sich Xylitharz und Xylitol.

Die Einwirkung des Kaliums auf reine Xylitnaphta erklärt sich von selbst.

Bei der Einwirkung von Kalium auf Xylitol findet ebenfalls ein ähnlicher Proces statt; man erhält ein wenig essigsaures Kali und ein Harz von der Zusammensetzung

$C_{16}H_{24}O$ oder $C_{48}H_{72}O_3 = 2C_{24}H_{36} + 3O$. Vier Atome Xylitol $C_{12}H_{18} + O$ verlieren ein Atom Sauerstoff, die vier Atome Radical $C_{12}H_{18}$ setzen sich in zwei Atome eines polymerischen Radicals $C_{24}H_{36}$ um, welche mit den übrig gebliebenen drei Atomen Sauerstoff ein Atom eines neuen Oxyds $2C_{24}H_{36} + 3O$ liefern.



Der Sauerstoff, den viele Atome Xylitol verlieren, wird dazu verwandt, um einige Atome Kalium in Kali und einige Atome Acetyl, in welches durch den Einfluss des Kalis das Radical des Xylitols zerfällt, in Acetalsäure zu oxydiren, die sich dann mit dem Kali verbindet.

Sowohl bei der Einwirkung des Kalis, als besonders bei derjenigen des Kaliums auf die beschriebenen Stoffe, werden, außer den bei der Erklärung dieser Zersetzung berührten Producten, noch einige andere Stoffe in sehr geringer Menge gebildet, wie in der speciellen Beschreibung der Versuche zu ersehen ist. Da dieselben nur in höchst geringer Menge auftreten, so können sie nur als außerordentliche Zersetzungspoducte betrachtet werden, welche durch eine allzuheftige Einwirkung der Reagentien, vielleicht auch durch Einwirkung der Luft und anderer unwesentlicher Umstände, entstanden sind. Es versteht sich wohl von selbst, dass diese bei der Auseinandersetzung der Theorie nicht in Rechnung gezogen werden dürfen.

Zum Schlusse wollen wir noch das Mesiten betrachten, dessen Elementarzusammensetzung $C_6H_{12}O_3$ ist. Es enthält ein halbes Atom Sauerstoff mehr als der Xylit, und seine Bildung aus demselben durch Destillation mit Schwefelsäure erklärt sich ganz einfach dadurch, dass der Xylit von der Schwefelsäure Sauerstoff aufnimmt, während sich zugleich schweflige Säure bildet. Legt man die rationelle Zusammensetzung des Xylits $(C_2H_6)O$

$+(C_4H_6)O_{\frac{1}{2}}$ der Erklärung dieses Proesses zu Grunde, so muss entweder eine Umsetzung der in dem Xylit enthaltenen Radicale stattfinden, während zugleich noch ein halbes Atom Sauerstoff in die eine Verbindung eingeht, oder die Radicale, welche im Xylit vorkommen, bleiben beim Uebergange in Mesiten unverändert, und dann beruht die Veränderung bloß darin, dass die unteracetylige Säure $(C_4H_6)O_{\frac{1}{2}}$ des Xylits sich in acetylige Säure $(C_4H_6)O_2$ verwandelt; demnach wäre Mesiten acetyliges saures Methyloxyd $(C_2H_6)O+(C_4H_6)O_2$. Diese letztere Ansicht scheint das Verhalten des Mesitens zu Kalihydrat und Kalium, so weit dasselbe bis jetzt bekannt ist, zu unterstützen; die Eigenschaft des Mesitens, bei der ersten Einwirkung des Kalihydrats eine ähnliche Salzmasse zu bilden wie der Xylit, könnte auch zu einer ähnlichen Theorie für diese Zersetzung führen; es könnte sich acetyliges saures Kali und Holzgeist bilden. Da sich die Masse bei längerer Einwirkung braun färbt, so kann auf ähnliche Reductions- und Oxydationserscheinungen wie beim Xylit geschlossen werden. Auf der einen Seite könnte essigsäures Kali und auf der andern die beim Xylit aufgeführten sauerstoff-ärmeren Producte entstehen. Kalium oxydiert sich lebhaft in Mesiten, ohne Gasentwicklung, es bildet sich ein Salz wie beim Xylit, und beim Verdünnen mit Wasser scheidet sich ein braunes Oel aus, welches dem aus dem Xylit erhaltenen gleicht. Auch für diese Einwirkung kann eine ganz ähnliche Theorie wie für diejenige der Einwirkung des Kaliums auf Xylit aufgestellt werden.

Für die angenommene Zusammensetzung des Mesitens spricht auch der Umstand, dass das Xylit bei der Destillation mit einen grossen Ueberschufs von Schwefelsäure unter Entwicklung einer grossen Menge von schwefliger Säure essigsäuren Holzäther und Essigsäure liefert¹⁾.

Es

1) Man vergleiche unsere frühere Abhandlung.

Es würde dann eine stufenweise Oxydation der unter-acetyligen Säure im Xylit auf Kosten des Sauerstoffs der Schwefelsäure erfolgen, und deshalb zuerst in acetylige und dann in Acetysäure verwandelt werden, während das Methyloxyd bei diesen Verwandlungen immer noch mit den verschiedenen Oxydationsstufen des Acetys verbunden bliebe. Wirkt die Schwefelsäure noch weiter auf das essigsäure Methyloxyd ein, so würde dann das Methyloxyd vollständig zerstört und die Essigsäure abgeschieden.

Gegen diese Ansicht könnte jedoch eingewendet werden: Da das Mesiten bei der Destillation mit viel Schwefelsäure keinen schwefelsauren Holzäther, und bei der Destillation mit Kleesalz und Schwefelsäure keinen kleesauren Holzäther liefert wie der Xylit, so könne das Mesiten auch keine Holzätherverbindung seyn. Dieses verschiedene Verhalten des Xylits und Mesitens kann aber doch nicht als ein Grund für eine verschiedene Constitution dieser beiden Körper gelten. Denn das vom Mesiten abweichende Verhalten des Xylits erklärt sich leicht dadurch, dass die im Xylit enthaltene Säure wegen ihrer schwach sauren Eigenschaften und ihrer leichten Zersetbarkeit leichter durch andere Säuren ausgeschieden und zerstört werden kann, als dies bei der im Mesiten vorkommenden Säure der Fall ist. Es würde auch ohne Zweifel nicht gelingen, durch Destillation von Schwefelsäure und Kleesalz mit den Verbindungen des Methyloxyds mit stärkeren Säuren kleesauren Holzäther zu erhalten.

Zur Ausmittlung der richtigen Constitution des Mesitens sind aber jedenfalls noch weitere Versuche nothwendig. Wir beabsichtigen das Verhalten derselben zu Kalihydrat und Kalium näher zu studiren, welches ohne Zweifel Aufschlüsse über die Richtigkeit der ausgesprochenen Ansicht geben wird.

Die eigenthümliche Einwirkung des Kalis und Kaliums, welche zugleich Oxydations- und Reductions-Er-

scheinungen, so wie auch Umsetzungen eines zusammengesetzten Radicals in andere damit polymerische im Gefolge hat, tritt gewifs bei vielen organischen Verbindungen auf. Eine solche Zersetzung wird gewöhnlich stattfinden, wenn die organische Verbindung ein Oxyd enthält, welches durch höhere Oxydation eine starke Säure bilden kann. Das Studium solcher Zersetzung wird aber mit viel Mühe und Schwierigkeiten verbunden seyn, da die Zersetzungspredkte gewöhnlich in großer Zahl auftreten.

Das genauere Studium der in dieser Arbeit beschriebenen Erscheinungen zeigt wieder auf's Deutlichste, daß die in den organischen Verbindungen herrschenden Gesetze ganz dieselben sind, wie diejenigen, welche in den unorganischen Verbindungen gültig sind.

IV. Einwirkung des Chlors auf Terpenthinöl.

Wenn man Terpenthinöl ($C_{20}H_{32}$) in gewöhnlichem Tageslicht vollständig mit Chlor sättigt, so verliert es, nach Hrn. Deville's Beobachtung, 8H, nimmt dafür 8Cl auf, und verwandelt sich dadurch in eine ölige Substanz von neuen Eigenschaften. Sie ist dickflüssiger als Terpenthinöl, riecht anders als dieses und hat die Dichte 1,36, während die des Terpenthinöls nur 0,86 ist. Auch verhält sie sich anders gegen polarisiertes Licht. Eine 78 Mm. dicke Schicht bewirkte eine Drehung nach der *Rechten* = $3^{\circ},075$, während das Terpenthinöl, bei gleicher Dicke, eine Drehung nach der *Linken* von $23^{\circ},7$ gab, und, bei gleicher Dichtigkeit, eine von $35^{\circ},82$ gegeben haben würde. (*Compt. rend. T. IX p. 824.*)

V. *Ueber die Zersetzungspredkte, welche durch Einwirkung der Salpetersäure auf Mercaptan gebildet werden;*

von Carl Löwig und Salomon Weidmann.

Die Zersetzung des Mercaptans mittelst Salpetersäure ist eine der interessantesten in der organischen Chemie. Bei der ersten Einwirkung der Salpetersäure verwandelt sich das Mercaptan in eine blutrothe Flüssigkeit. Diese ist eine Verbindung von Stickstoffoxyd mit Mercaptan. Sie kann auch damit erhalten werden, indem Stickstoffoxydgas in Mercaptan geleitet wird. Sie raucht an der Luft, entwickelt rothe Dämpfe, und zersetzt sich, besonders im Sonnenlichte, in Mercaptan und Stickstoffoxydgas.

Wird Mercaptan mit verdünnter Salpetersäure destillirt, so schwimmt auf dem Destillate die ebengenannte Verbindung von Mercaptan und Stickstoffoxyd, und auf dem Boden befindet sich eine farblose ölige Flüssigkeit. Diese ist, wie sogleich näher bewiesen werden soll, eine wirkliche Verbindung von schwefliger Säure mit Einfach-Schwefeläethyl. Diese Verbindung ist ein Beweis, dass der Satz: in einem Salze muss in der Säure und in der Basis ein gemeinschaftliches Element enthalten seyn, — in dem Sinne, wie er bis jetzt angenommen wurde, nicht allgemein gültig ist. In dem schwefligsauren Schwefeläethyl ist Schwefel in der Basis und Sauerstoff in der Säure enthalten. In der Xanthogensäure befindet sich Schwefel in der Säure und Sauerstoff in der Basis. Die Bildung des schwefligsauren Schwefeläthyls ist ferner ein neuer Beweis für die Richtigkeit der Aethyltheorie; denn nach der Hydrattheorie wäre diese Verbindung mit $C_4H_8 + SO_2 + SH_2$ zu bezeichnen, eine Formel die schwerlich viel Anhänger

finden wird. Die Bildung dieser Verbindung ist äußerst einfach. Im Mercaptan wird der Schwefelwasserstoff zu Wasser und schwefliger Säure oxydiert, welche mit dem Schwefeläthyl verbunden bleibt. Aus $C_4H_{10}S + SH_2$ wird $C_4H_{10}S + SO_2$; die Verbindung ist also Mercaptan, in welcher der Schwefelwasserstoff durch schweflige Säure vertreten ist. Will man jedoch mit Zeise das Mercaptan als eine Verbindung von Mercaptum mit Wasserstoff betrachten, so würde das schwefligsäure Schwefeläthyl mit $C_4H_{10}S_2 + O_2$ zu bezeichnen seyn. Eine Verbindung von solcher Zusammensetzung würde aber wahrscheinlich sauer seyn, was die neue Verbindung nicht ist.

Wird das schwefligsäure Schwefeläthyl durch Salpetersäure höher oxydiert, so geht es vollständig und ohne Spur von Schwefelsäure in Sulfäthylschwefelsäure über. Die Oxydation trifft also sowohl das Schwefeläthyl als die schweflige Säure; das erstere bildet mit 1 At. Sauerstoff Sulfäthyl und die letztere Schwefelsäure, welche mit dem Sulfäthyl verbunden bleibt. Nach der Mercaptumtheorie würde aus $C_4H_{10}S_2 + O_2$ durch Aufnahme von 2 At. Sauerstoff $C_4H_{10}S_2 + O_4$ gebildet.

Schwefligsäures Schwefeläthyl.

Um diese Verbindung in großer Menge zu erhalten wird ein Ueberschuss von Mercaptan mit verdünnter Salpetersäure erwärmt. Es fällt nach einiger Zeit ein öriger Körper zu Boden. Mit dem Zusatz von Salpetersäure wird so lange fortgefahrene, bis das Mercaptan vollständig zersetzt ist. Wendet man concentrirte Salpetersäure und nur wenig Mercaptan an, so ist die Einwirkung zu heftig und es entsteht dann fast bloß Sulfäthylschwefelsäure. Uebrigens ist eine zu kurze Einwirkung auch nicht ratsam, weil dann viel Mercaptan mit dem neuen Aether gemengt bleibt. Nach hinreichender Einwirkung der Salpetersäure wird die heiße Säure schnell

mit kaltem Wasser verdünnt, um die weitere Einwirkung zu unterbrechen, und dann von dem übrigen Producte getrennt. Um es vom Mercaptan zu befreien wird die ölige Substanz längere Zeit zwischen 50° bis 60° erwärmt, dann mit Wasser destillirt und durch Chlorcalcium entwässert.

1) 0,382 Substanz, mit Kupferoxyd verbrannt, gaben:

0,428 Kohlensäure = 0,1184 Kohlenstoff
0,222 Wasser = 0,0246 Wasserstoff.

100 Theile enthalten demnach :

30,99 Kohlenstoff
6,44 Wasserstoff.

2) 0,408 Substanz gaben:

0,458 Kohlensäure = 0,1266 Kohlenstoff
0,232 Wasser = 0,0258 Wasserstoff.

In 100 Theilen :

31,03 Kohlenstoff
6,32 Wasserstoff.

3) 0,315 Substanz gaben:

0,358 Kohlensäure = 0,0990 Kohlenstoff
0,190 Wasser = 0,0211 Wasserstoff.

In 100 Theilen :

31,43 Kohlenstoff
6,70 Wasserstoff.

4) 0,539 Substanz über ein glühendes Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Baryt geleitet, gaben:

1,622 schwefelsauren Baryt = 0,2238 oder 41,52
Proc. Schwefel.

100 Theile der untersuchten Substanz enthalten demnach :

Kohlenstoff	30,99	31,03	31,43
Wasserstoff	6,44	6,32	6,70
Schwefel	41,52	41,52	41,52
Sauerstoff	21,05	21,13	20,35.

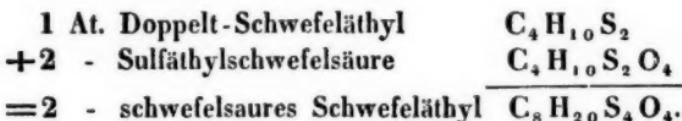
Berechnet.

Nach Atomen:

4 At. Kohlenstoff	305,74	31,53
10 - Wasserstoff	62,40	6,43
2 - Schwefel	402,33	41,45
2 - Sauerstoff	200,00	20,59
	970,47	100,00.

Die rationelle Formel ist $C_4H_{10}S + SO_2$.

Das schwefligsäure Schwefeläethyl ist eine farblose ölige Flüssigkeit von höchst unangenehmen, lange haftenden, zwiebelartigen Geruch. In Weingeist und Aether ist es leicht löslich. Es ist schwerer als Wasser, und lässt sich mit demselben unverändert überdestilliren. Es kocht zwischen 130° bis 140°. Bei der Destillation für sich scheint ein kleiner Theil zersetzt zu werden. Die weingeistige Lösung giebt mit weingeistigen Lösungen von Metallsalzen keine Niederschläge. Das schwefligsäure Schwefeläethyl könnte auch betrachtet werden als eine Verbindung von Doppelt-Schwefeläethyl mit Sulfäethylschwefelsäure:



Dagegen spricht aber die Zersetzung durch Kali. Wird das schwefligsäure Schwefeläethyl mit einer Kalilösung erwärmt, so scheidet sich ein ölicher Körper ab. Derselbe ist leichter als Wasser, farblos, sehr dünnflüssig, kocht über 100°, löst sich in Weingeist, und besitzt einen höchst unangenehmen Geruch, der viele Aehnlichkeit mit dem Geruch des Mercaptans hat, aber zugleich ätherisch ist. Diese Verbindung ist Doppelt-Schwefeläethyl.

1) 0,586 Substanz gaben:

0,830 Kohlensäure = 0,2296 Kohlenstoff

0,466 Wasser = 0,0496 Wasserstoff.

In 100 Theilen :

39,18 Kohlenstoff

8,46 Wasserstoff.

2) 0,265 Substanz über ein glühendes Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Baryt geleitet, gaben:

1,015 schwefelsauren Baryt = 0,140 oder 52,83 Proc. Schwefel.

100 Theile enthalten daher :

Kohlenstoff	39,18
Wasserstoff	8,46
Schwefel	52,83
	100,47.

Nach Atomen :

		Berechnet.
4 At. Kohlenstoff	305,74	39,70
10 - Wasserstoff	62,40	8,10
2 - Schwefel	402,33	52,20
		100,00.

Die rationelle Formel ist $C_4H_{10}S_2$.

Wird von der alkalischen Flüssigkeit das Doppelt-Schwefeläthyl abdestillirt, im Rückstand das freie Kali durch Kohlensäure gesättigt und dann derselbe auf dem Wasserbade verdunstet, so zieht aus der trocknen Masse Weingeist ein Kalisalz aus, welches eine neue Säure enthält. Wird der Weingeist auf dem Wasserbade abgedampft, so bleibt eine gelbliche syrupartige Masse zurück, welche neue Spuren von Krystallisation zeigt. Wird dieses Salz einer etwas höheren Temperatur ausgesetzt, so entweicht Wasser, und nun krystallisiert es beim Erkalten in feinen Blättern und Nadeln.

Das bei 140° getrocknete Salz ist weiß; es zerfliesst an der Luft. In einer hohen Temperatur verkohlt es sich, und liefert übelriechende schwefelhaltige Producte. Die

Säure in diesem Salze ist Doppelt Schwefeläthyl-Schwefelsäure.

1) 0,864 bei 140° getrocknetes Salz gaben:

0,320 Kohlensäure = 0,0884 Kohlenstoff

0,190 Wasser = 0,0212 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

11,60 Kohlenstoff

2,63 Wasserstoff.

2) 0,442 Salz gaben:

0,170 Kohlensäure = 0,0470 Kohlenstoff

0,097 Wasser = 0,0108 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

10,63 Kohlenstoff

2,44 Wasserstoff.

3) 0,290 Salz gaben 0,206 schwefelsaures Kali
= 0,1114 oder 38,42 Proc. Kali.

4) 0,254 Salz gaben 0,181 schwefelsaures Kali
= 0,0979 oder 38,54 Proc. Kali.

5) 0,338 Salz gaben, nach dem Glühen mit einem
Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Baryt, 0,615
schwefelsauren Baryt = 0,0849 oder 25,12 Proc. Schwefel.

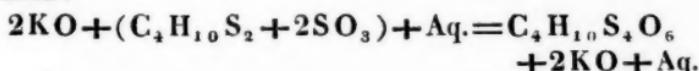
100 Theile des Salzes enthalten demnach:

Kohlenstoff	11,00	10,63
Wasserstoff	2,63	2,44
Sauerstoff	22,83	23,27
Schwefel	25,12	25,12
Kali	38,42	38,54
	100,00	100,00

Nach Atomverhältnissen:

		Berechnet.
4 At. Kohlenstoff	305,74	9,98
12 - Wasserstoff	74,88	2,44
7 - Sauerstoff	700,00	22,84
4 - Schwefel	804,66	26,25
2 - Kali	1179,83	38,49
	3065,11	100,00

Daraus lässt sich folgende rationelle Formel aufstellen:

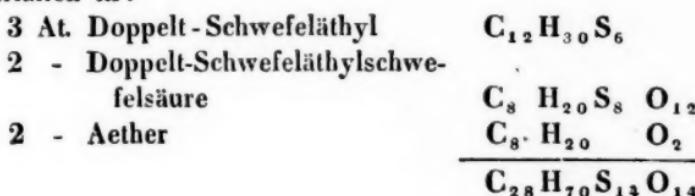


Die Säure würde demnach aus 1 At. Doppelt-Schwefeläthyl und 2 At. Schwefelsäure bestehen, und sie besitzt dann die ganze Sättigungscapacität der Säure.

Eine Auflösung dieses Salzes bringt mit Sublimatlösung einen weissen und mit salpetersaurem Quecksilberoxydul einen schwarzen Niederschlag hervor. Blei-, Kupfer- und Silbersalze zeigen keine Reaction.

Außer Doppelt-Schwefeläthyl und Doppelt-Schwefeläthylschwefelsäure entsteht bei der Zersetzung des schwefligsauren Schwefeläthyls noch Weingeist. Die Zersetzung durch Kali lässt sich auf folgende Weise versinnlichen:

7 At. schwefelsaures Schwefeläthyl $\text{C}_{28}\text{H}_{70}\text{S}_{14}\text{O}_{14}$
zerfallen in:



Sulfäthylschwefelsäure.

Die Darstellung dieser Säure so wie deren Eigenchaften sind bereits in diesen Annalen, Bd. XXXXVII S. 153, erwähnt worden. Wir fügen nur noch hinzu, dass wenn zur Oxydation des Mercaptans eine nicht sehr concentrirte Salpetersäure angewendet wird, außer Sulfäthylschwefelsäure kaum eine Spur Schwefelsäure gebildet wird. In ihrem reinen Zustande stellt sie nach dem Abdampfen auf dem Wasserbade eine schwere ölige Flüssigkeit dar, in welcher sich nach einiger Zeit, besonders in der Kälte, farblose, durchsichtige Krystalle bilden.

An der Luft zieht sie Feuchtigkeit an. Sie ist mit Wasser und Weingeist in allen Verhältnissen mischbar.

Sulfäthylschwefelsaures Kali.

Dieses Salz wird am einfachsten erhalten durch Sättigen der Sulfäthylschwefelsäure mit kohlensaurem Kali. Es ist in Wasser leicht löslich, und krystallisiert beim Erkalten aus einer in der Wärme gesättigten Lösung in farblosen, undurchsichtigen, blättrigen und schiefrigen Krystallen, welche an der Luft Feuchtigkeit anziehen. Das sulfäthylschwefelsaure Kali ist in kaltem Weingeist schwer löslich, leichter in kochendem; beim Erkalten der heißen Lösung krystallisiert der größte Theil in seidenglänzenden Blättchen heraus.

1) 2,011 Grm. des aus der wässrigen Lösung krystallisierten Salzes verloren bei 120° in einem Strome trockner Luft 0,133 Grm. oder 6,65 Proc. Wasser.

2) 2,267 andere bei 120° 0,155 = 6,84 Proc. Wasser.

3) 0,585 Grm. gaben 0,329 schwefelsaures Kali = 0,1779 Grm. oder 30,41 Proc. Kali.

4) 0,473 Grm. des bei 120° getrockneten Salzes gaben, durch Kupferoxyd verbrennt:

0,293 Kohlensäure = 0,0810 Kohlenstoff

0,164 Wasser = 0,0182 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

17,12 Kohlenstoff

3,85 Wasserstoff.

5) 0,485 des bei 120° getrockneten Salzes gaben:

0,280 Kohlensäure = 0,0774 Kohlenstoff

0,182 Wasser = 0,0202 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

15,96 Kohlenstoff

4,17 Wasserstoff.

6) 0,465 desselben Salzes gaben 0,272 schwefelsaures Kali = 0,147 = 31,64 Proc. Kali.

7) 0,390 Salz gaben 0,227 schwefelsaures Kali = 0,1227
= 31,28 Proc. Kali.

8) 0,305 Salz gaben 0,175 schwefelsaures Kali = 0,0946
= 31,02 Proc. Kali.

Wird das bei 120° getrocknete Salz noch stärker erhitzt, so schmilzt es; zugleich entweicht Wasser; beim Erkalten gesteht es zu einer strahlig krystallinischen Masse.

9) 0,445 des geschmolzenen Salzes gaben 0,275 schwefelsaures Kali oder 0,1487 = 33,42 Proc. Kali.

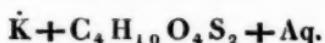
Nach diesen Formeln entspricht das krystallisirte Salz der Formel:



Beim Erhitzen bis auf 120° verliert es 1 At. und beim Schmelzen 2 At. Krystallwasser.

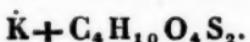
	Gefund.	Berechn.
1 At. Sulfäthylschwefelsäure		57,79
1 - Kali	30,41	30,21
2 - Wasser { Wasser		6,00
{ Wasser, Verl. b. 120°	6,65	6,84
		6,00
		100,00.

Das bei 120° getrocknete Salz besteht aus:



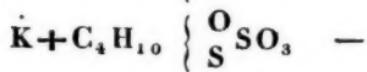
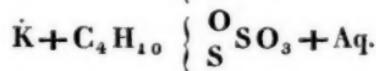
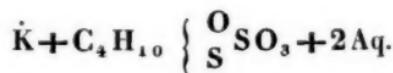
	1.	2.	3.	Berechn.
4 At. Kohlenstoff	17,12	15,96		31,48
12 - Wasserstoff	3,85	4,17		4,00
5 - Sauerstoff				26,67
2 - Schwefel				21,47
1 - Kali	31,64	31,28	31,02	31,48
				100,00.

Das geschmolzene Salz besteht aus:



	Gefunden.	Berechnet.
1 At. Sulfäthylschwefelsäure	66,58	66,49
1 - Kali	33,42	33,51
	100,00	100,00.

Als rationelle Formeln lassen sich demnach folgende aufstellen:



Wird das wasserfreie Salz ein wenig über den Schmelzpunkt erhitzt, so wird es braun, schäumt stark auf, und entwickelt übelriechende Zersetzungspredkte, während ein Gemenge von schwefelsaurem Kali und Schwefelkalium zurückbleibt.

Sulfäthylschwefelsaures Natron.

Das Sulfäthylschwefelsaure Natron haben wir wie das Kalisalz dargestellt. Es ist in Wasser leicht löslich, und krystallisiert aus der heißen Lösung beim Erkalten auf gleiche Weise wie das Kalisalz. Es enthält Krystallwasser, zieht an der Luft Wasser an und zerfliesst nach einiger Zeit. In kaltem Weingeist löst es sich schwierig, und aus der gesättigten kochenden Lösung krystallisiert es beim Erkalten genau wie das Kalisalz. Es kann ohne Zersetzung nicht geschmolzen werden.

Sulfäthylschwefelsaures Ammoniak.

Beim Sättigen der Sulfäthylschwefelsäure mit Ammoniak bilden sich gewöhnlich einige weiße Flocken, welche in Wasser unlöslich sind, beim Erhitzen sich verkohlen und ohne Rückstand verbrennen. Diese Substanz konnte jedoch nur in so geringer Menge erhalten wer-

den, daß wir keine weiteren Untersuchungen damit vornehmen konnten. Bei Abdampfen der Lösung von sulphäthylschwefelsaurem Ammoniak entweicht Ammoniak, und es entsteht ein saures Salz, welches in breiten Blättern und Tafeln krystallisiert, an der Luft zerfliesst und sich leicht in Weingeist löst.

Sulfäthylschwefelsaurer Baryt.

0,365 Grm. des in diesen Annalen, Bd. XXXXVII S. 154, beschriebenen krystallisierten Barytsalzes gaben 0,235 Grm. schwefelsauren Baryt = 0,1542 oder 42,25 Proc. Baryt. Das krystallisierte Salz besteht daher aus:

	Gefunden.	Berechnet.
1 At. Sulfäthylschwefelsäure	52,56	52,24
1 - Baryt	42,25	42,74
1 - Wasser	5,19	5,02
	100,00	100,00

Man vergleiche die früheren Analysen.

Sulfäthylschwefelsaurer Kalk.

Das Kalksalz wird erhalten durch Sättigen der Säure mit kohlensaurem Kalk. Es ist in Wasser leicht löslich, und krystallisiert beim Erkalten der in der Wärme gesättigten Lösung in farblosen Krystallen, welche ganz denen des Barytsalzes gleichen. Sie enthalten Krystallwasser. Es ist luftbeständig und unterscheidet sich vom Barytsalz bloß durch sein Verhalten zum Weingeist, in welchem es leicht löslich ist.

Sulfäthylschwefelsaure Bittererde.

Dieses Salz ist in Wasser leicht löslich, und krystallisiert aus der heißen Lösung in undeutlichen säulenförmigen Krystallen. In gelinder Wärme verliert es Wasser. Löst sich leicht in Weingeist.

Das Manganoxydul wird erhalten durch Sättigung der Säure mit kohlensaurem Manganoxydul. Es ist in

Wasser und Weingeist leicht löslich, und krystallisiert aus der heißen gesättigten Lösung in farblosen, säulenförmigen Krystallen. Es gleicht sehr dem Bittererdesalz.

Sulfäthylschwefelsaures Eisenoxydul. Um dieses Salz zu bereiten, wird metallisches Eisen mit einer concentrirten Lösung von Sulfäthylschwefelsäure gekocht, das Eisen löst sich unter Entwicklung von Wasserstoffgas auf. Das Salz krystallisiert in farblosen säulenförmigen Krystallen. Es ist in Wasser und Weingeist leicht löslich.

Sulfäthylschwefelsaures Zinkoxyd.

Das Zinksalz wird durch Sättigung der Säure mit kohlensaurem Zinkoxyd erhalten. Es ist in Wasser leicht löslich und krystallisiert aus der in der Wärme gesättigten Lösung beim Erkalten in dendritisch aneinandergefügten undeutlichen Krystallen. In Weingeist ist es leicht löslich. In feuchter Luft zieht es Feuchtigkeit an und in trockner verwittert es.

1) 2,866 Grm. krystallisiertes Salz verloren bei 120° 0,250 Grm. = 8,72 Proc. Wasser. Bei dem Austrocknen schmilzt das Salz und erstarrt beim Erkalten zu einer krystallinischen Masse.

2) 2,616 Grm. des bei 120° geschmolzenen Salzes verloren, bis auf 180° erhitzt, 0,408 Grm. = 15,60 Proc. Wasser.

3) 2,866 Grm. krystallisiertes Salz, bis auf 180° erhitzt, verloren 0,658 Grm. = 22,96 Proc. Wasser.

4) 0,492 Grm. des bei 180° in einem Luftstrom geschmolzenen Salzes gaben:

0,278 Kohlensäure = 0,0769 Kohlenstoff

0,218 Wasser = 0,0242 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

15,63 Kohlenstoff

4,92 Wasserstoff.

0,358 des bei 180° getrockneten Salzes gaben:

**0,199 Kohlensäure = 0,0550 Kohlenstoff
0,166 Wasser = 0,0188 Wasserstoff.**

In 100 Theilen:

**15,33 Kohlenstoff
5,25 Wasserstoff.**

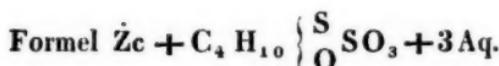
**6) 0,322 desselben Salzes gaben 0,080=24,85 Proc.
Zinkoxyd.**

Aus diesen Versuchen geht hervor, daß das kry-
stallisierte Salz 8 Atome Wasser enthält. Beim Erhitzen
bis auf 120° verliert es 2 Atome, und auf 180° verliert
es noch 3 Atome. Das bei 180° getrocknete Salz ent-
hält demnach noch 3 Atome Wasser.

	Gefunden.	Berechnet.
1 At. sulfäthylschwefelsaures Zinkoxyd	91,28	91,27
6 - Wasser		
2 - Wasser, Verlust bei 120°	8,72	8,73
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00
1 At. sulfäthylschwefelsaures Zinkoxyd	84,40	85,64
3 - Wasser		
3 - Wasser, Verlust des bei 120° ge- trockneten Salzes bei 180°	15,60	14,36
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00
1 At. sulfäthylschwefelsaures Zinkoxyd	77,04	78,15
3 - Wasser		
5 - Wasser, Verlust des krystallisir- ten Salzes bei 180°	22,96	21,85
	<hr/>	<hr/>
	100,00	100,00

Das bei 180° getrocknete Salz enthält:

	Gefunden.	Berechnet.
	1.	2.
4 At. Kohlenstoff	15,63	15,33
16 - Wasserstoff	4,92	5,25
7 - Sauerstoff		34,79
2 - Schwefel		20,01
1 - Zinkoxyd	24,85	25,02
		100,00.



Sulfäthylschwefelsaures Bleioxyd.

Dieses Salz, auf gleiche Weise wie das Zinksalz dargestellt, ist in Wasser leicht löslich, und krystallisiert beim Erkalten seiner kochenden Lösung in farblosen Blättern und Tafeln. In Weingeist ist es schwierig löslich. In hoher Temperatur schmilzt es, bläht sich auf und gibt flüchtige Producte; im Rückstand bleibt eine große Menge Schwefelblei.

1) 1,775 Grm. krystallisiertes Salz verloren bei 120° 0,039 Grm. = 2,20 Proc. Wasser.

2) 0,515 Grm. des bei 120° getrockneten Salzes gaben:

0,223 Kohlensäure = 0,0617 Kohlenstoff

0,122 Wasser = 0,0136 Wasserstoff

In 100 Theilen:

11,98 Kohlenstoff

2,64 Wasserstoff.

3) 0,296 desselben Salzes lieferten 0,207 schwefelsaures Bleioxyd = 0,1523 Grm. = 51,45 Proc. Bleioxyd.

4) 0,545 gaben 0,381 schwefelsaures Bleioxyd = 0,2803 oder 51,43 Proc. Bleioxyd.

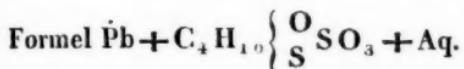
5) 0,456 des ausgetrockneten Salzes mit Salpeter und kohlensaurem Kali geschmolzen, gaben 0,523 schwefelsauren Baryt = 0,0722 oder 15,83 Proc. Schwefel.

Nach

Nach diesen Versuchen besteht das krystallisirte Salz aus 2 At. sulphäthylschwefelsaurem Bleioxyd und 3 At. Wasser. Bei 120° entweicht 1 At. Wasser. Was zurückbleibt enthält auf 1 At. Salz 1 At. Wasser.

	Gefunden.	Berechnet.
2 At. sulfäthylschwefelsaures Bleioxyd	97,80	98,17
2 - Wasser		
1 - Wasser, Verlust bei 120°	2,20	7,83
	100,00	100,00

	Gefunden.	Berechnet.
4 At. Kohlenstoff	11,98	11,43
12 - Wasserstoff	2,64	2,79
5 - Sauerstoff	18,10	18,68
2 - Schwefel	15,83	15,02
1 - Bleioxyd	51,45	52,08
	100,00	100,00



Sulfäthylschwefelsaures Kupferoxyd.

Das Kupfersalz, welches durch Sättigen der Säure mit kohlensaurem Kupferoxyd erhalten wird, ist in Wasser mit blauer Farbe löslich, und krystallisiert in deutlichen hellblauen, durchsichtigen Krystallen, welche ganz dieselbe Krystallform wie das Barytsalz haben, und in Weingeist löslich sind.

1) 1,795 Grm. krystallisiertes Salz verloren, bis auf 120° erhitzt, 0,185 oder 10,36 Proc. Wasser.

2) 0,494 des bei 120° getrockneten Salzes gaben:

0,264 Kohlensäure = 0,0730 Kohlenstoff

0,251 Wasser = 0,0279 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

14,78 Kohlenstoff

5,65 Wasserstoff

3) 0,491 desselben Salzes gaben:

0,270 Kohlensäure = 0,0747 Kohlenstoff
0,252 Wasser = 0,0280 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

15,21 Kohlenstoff
5,70 Wasserstoff.

4) 0,451 Kupfersalz bei 120° getrocknet, gaben 23,28 Proc. Kupferoxyd.

5) 0,277 Salz mit einem Gemenge von Salpeter und kohlensaurem Kali geschmolzen, gaben 0,398 schwefelsauren Baryt = 0,0549 oder 19,82 Proc. Schwefel.

Hier nach enthält das krystallisierte Salz 6 At. Wasser. Bei Erhitzen auf 120° entweichen 2 Atome.

	Gefunden.	Berechnet.
1 At. sulfäthylschwefelsaures Kupferoxyd	89,64	90,39
4 - Wasser		
2 - Wasser, Verlust bei 120°	10,36	9,61
	100,00	100,00.

	Gefunden.	Berechnet.
	1.	2.
4 At. Kohlenstoff	14,78	15,21
18 - Wasserstoff	5,65	5,70
8 - Sauerstoff	36,47	37,80
2 - Schwefel	19,82	19,01
1 - Kupferoxyd	23,28	23,42
	100,00	100,00.

Sulfäthylschwefelsaures Silberoxyd.

Das Silbersalz wird durch Sättigen der Säure mit kohlensaurem Silberoxyd erhalten; es ist in Wasser leicht löslich. Beim Erkalten der heißen gesättigten Lösung gesteht es zu einer Masse von farblosen, blättrigen Kristallen; es löst sich, wie die übrigen Salze, leicht in Weingeist.

1) 0,494 Grm. dieses Salzes gaben:

0,202 Kohlensäure = 0,0559 Kohlenstoff

0,121 Wasser = 0,0134 Wasserstoff.

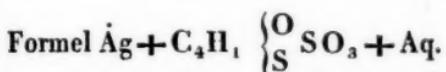
In 100 Theilen:

11,32 Kohlenstoff

2,71 Wasserstoff.

2) 0,245 Salz gaben 0,156 Chlorsilber = 0,1262 oder 51,51 Proc. Silberoxyd. Demnach enthält das kry-
stallisierte Silbersalz 1 At. Wasser.

	Gefunden.	Berechnet.
4 At. Kohlenstoff	11,32	11,45
12 - Wasserstoff	2,71	2,80
5 - Sauerstoff		18,71
2 - Schwefel		15,06
1 - Silberoxyd	51,51	51,98
		100,00.



Wird das krystallisierte Salz in einem Kölbchen er-
hitzt, so schmilzt es zu einer farblosen Flüssigkeit und
entwickelt Wasser. Erst in höherer Temperatur färbt
und zersetzt es sich.

Zusammenstellung der analysirten Salze.

Krystallisiertes Kalisalz	$\text{K} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 2\text{Aq.}$
Kalisalz bei 120° getrocknet	$\text{K} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + \text{Aq.}$
- geschmolzen	$\text{K} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4$
Krystallisiertes Zinksalz	$\text{Zi} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 8\text{Aq.}$
Zinksalz bei 120° getrocknet	$\text{Zi} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 6\text{Aq.}$
- - 180° -	$\text{Zi} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 3\text{Aq.}$
Krystallisiertes Kupfersalz	$\text{Cu} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 6\text{Aq.}$
Kupfersalz b. 120° getrocknet	$\text{Cu} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4 + 4\text{Aq.}$
Krystallisiertes Bleisalz	$2(\text{Pb} + \text{C}_4\text{H}_{10}\text{S}_2\text{O}_4) + 3\text{Aq.}$



Ueber die Zusammensetzung des Senföls.

1) 0,661 Grm. ätherisches Senföl gaben beim Verbrennen mit einem Gemenge von Salpeter und kohlesaurem Baryt 1,468 Grm. schwefelsauren Baryt = 0,2026 Grm. oder 30,65 Proc. Schwefel.

2) 0,671 Grm. gaben 1,560 schwefelsauren Baryt = 0,2152 = 32,07 Proc. Schwefel.

3) 0,512 gaben 1,212 schwefelsauren Baryt = 0,1672 = 32,66 Proc. Schwefel.

4) 0,336 Grm. gaben:

0,599 Kohlensäure = 0,1656 Kohlenstoff
0,158 Wasser = 0,0175 Wasserstoff.

In 100 Theilen:

Kohlenstoff	49,29
Wasserstoff	5,21.

Wird nun die Stickstoffbestimmung von Dumas und Pelouze angenommen, so ergiebt sich folgende Formel:

	Berechnet.	Gefunden.
8 At. Kohlenstoff	48,81	49,29
10 - Wasserstoff	4,98	5,21
2 - Stickstoff	14,12	13,43
2 - Schwefel	32,09	32,07 32,66 30,65
	100,00	100,00.

Durch Salpetersäure kann der Schwefel nicht vollständig oxydiert werden.

VI. Ueber eine Gesetzmässigkeit im specifischen Gewichte, welche bei Verbindungen einfacher Körper unter einander nach multiplen Verhältnissen stattfindet; von F. Ammermüller.

Vergleicht man die specifischen Gewichte des Kupfers, des Kupferoxyduls und des Kupferoxyds mit einander, welche respective 8,895, 5,749 und 6,4 sind ¹⁾), so ergiebt sich zunächst, was vorauszusehen war, dass das specifische Gewicht durch die Oxydation verringert wird, aber es zeigt sich auch die auffallende Erscheinung, dass bei den beiden Oxydationsstufen diese Verringerung in keinem Verhältnis steht zur Menge des in ihnen enthaltenen Sauerstoffs. So wäre zu erwarten gewesen, dass das Oxyd ein geringeres specifisches Gewicht habe als das Oxydul; gegen alle Erwartung aber verhält es sich gerade umgekehrt.

Das Auffallende dieser Thatsache veranlafste mich, derselben weiter nachzuforschen. Zu dem Ende stellte ich Vergleichungen an, wie viel Gewichtstheile von den zusammensetzenden Körpern auf gleichem Raum in den verschiedenen Verbindungen enthalten seyen. Nach den eben angeführten specifischen Gewichten sind in demselben Raum, welcher Gewichtstheile 8,898 Kupfer enthält, 5,749 Gewichtstheile Kupferoxydul oder 6,4 Gewichtstheile Kupferoxyd. Nun bestehen

100 Kupferoxydul aus 88,782 Kupfer u.	11,218 Sauerstoff
100 Kupferoxyd	- 79,826 - - 20,174 -

Es verhalten sich aber

1) Das erste nach Hatchett, das zweite nach Leroyer und Dumas (bei 4° C. im Vacuo) und das dritte nach Berzelius.

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 88,782 \\ 11,218 \end{array} \right\} = 5,749 : \left\{ \begin{array}{l} 5,103 \\ 0,646 \end{array} \right\}$$

5,749.

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 79,826 \\ 20,174 \end{array} \right\} = 6,4 : \left\{ \begin{array}{l} 5,109 \\ 1,291 \end{array} \right\}$$

6,400.

Mithin sind enthalten in

5,749 Gwthl. Oxydul: 5,103 Kupfer u. 0,646 Sauerstoff
6,4 - - Oxyd: 5,109 - - 1,291 -

d. h. in *gleichem* Raume sind in beiden Oxydationsstufen gleich viel Gwthl. Kupfer enthalten, aber im Oxyd gerade doppelt so viel Gwthl. Sauerstoff als im Oxydul, oder anders gesagt, bei Umwandlung des Kupferoxyduls in Kupferoxyd wird das hinzukommende Atom Sauerstoff vom Oxydul aufgenommen, ohne dass es sein Volum ändert.

Da nicht zu glauben stand, dass eine solche Erscheinung blosser Zufall sey, so sah ich nach, ob sie auch bei anderen Verbindungen vorkomme; und wirklich bestätigte sich dies, wie folgende Beispiele zeigen werden.

Beispiel II. Das specifische Gewicht des *Zinnoxyduls* (Sn) ist 6,666 (bei 13°,33 R., Herapath), das des *Zinnoxyds* (Sn) 6,9 (Boullay). In

100 Zinnoxydul sind 88,028 Zinn und 11,972 Sauerstoff
100 Zinnoxyd - 78,616 - - 21,384 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 88,028 \\ 11,972 \end{array} \right\} = 6,666 : \left\{ \begin{array}{l} 5,868 \\ 0,798 \end{array} \right\}$$

6,666.

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 78,616 \\ 21,384 \end{array} \right\} = 6,9 : \left\{ \begin{array}{l} 5,424 \\ 1,476 \end{array} \right\}$$

6,9.

Auch hier ist also das Oxyd um das weiter hinzugekommene Atom Sauerstoff schwerer als das Oxydul; bei gleichem Raum bleiben auch die Gewichtsmengen des Zinns die nämlichen; die Gewichtsmengen des Sauerstoffs dagegen verhalten sich wie die Mengen der Atome, d. h. wie 1 : 2.

Beispiel III. Das specif. Gewicht des *Bleioxys* (Pb) ist 8,01 (bei +4° C. im Vacuo, nach Leroyer und Dumas), das des braunen *Bleisuperoxyds* (Pb) dagegen 9,19 (Boullay). In

100 Bleioxyd	sind 92,829 Blei und	7,171 Sauerstoff
100 Bleisuperoxyd -	86,618 - -	13,382 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 92,829 \\ 7,171 \end{array} \right\} = 8,01 : \left\{ \begin{array}{l} 7,436 \\ 0,574 \end{array} \right\}$$

$$\underline{8,01.}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 86,618 \\ 13,382 \end{array} \right\} = 9,19 : \left\{ \begin{array}{l} 7,96 \\ 1,23 \end{array} \right\}$$

$$\underline{9,19.}$$

Also auch hier ist das specifische Gewicht des Superoxyds genau um das hinzugekommene Atom Sauerstoff schwerer als das des Oxyds.

Beispiel IV. Das spec. Gewicht des *Quecksilberoxyduls* (Hg) ist 10,69 (bei 13° $\frac{1}{3}$ R., nach Herapath), das des *Quecksilberoxyds* (Hg) (im Vacuo bei +4° C., nach Leroyer und Dumas) = 11,29.

In:

100 Oxydul sind 96,2 Quecksilber u. 3,8 Sauerstoff		
100 Oxyd - 92,678 - - -	7,322 -	

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 96,2 \\ 3,8 \end{array} \right\} = 10,69 : \left\{ \begin{array}{l} 10,284 \\ 0,406 \end{array} \right\}$$

$$\underline{10,69.}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 92,678 \\ 7,322 \end{array} \right\} = 11,29 : \left\{ \begin{array}{l} 10,463 \\ 0,827 \end{array} \right\}$$

$$\underline{11,29}.$$

Mithin enthalten auch hier die beiden Oxydationsstufen, bei gleichem Volume, gleich viel Metall.

Beispiel V. Das spec. Gewicht des *Molybdänoxyds* (Mo) ist = 5,666 (Berzelius), das der *Molybdänsäure* (Mo) = 3,49 (Berzelius).

In:

$$\begin{array}{llll} 100 \text{ Oxyd sind } & 74,954 & \text{Molybdän und } & 25,046 \text{ Sauerstoff} \\ 100 \text{ Säure} & - & 66,612 & - & 33,388 & - \end{array}$$

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 74,954 \\ 25,046 \end{array} \right\} = 5,666 : \left\{ \begin{array}{l} 4,247 \\ 1,419 \end{array} \right\}$$

$$\underline{5,666}.$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 66,612 \\ 33,388 \end{array} \right\} = 3,49 : \left\{ \begin{array}{l} 2,325 \\ 1,165 \end{array} \right\}$$

$$\underline{3,49}.$$

Dieses Beispiel passt nur, in sofern man annimmt, das Molybdänoxyd bestehe aus 2 At. Metall und 4 At. Sauerstoff. Dann ist nämlich nahezu $4,247 = 2 \times 2,325$, und:

$$\frac{1}{4}(1,419) = 0,355 ; \frac{1}{3}(1,165) = 0,388.$$

Ob wir durch das neue Gesetz schon zu einer solchen Annahme berechtigt seyen, lässt sich wohl noch nicht entscheiden.

Beispiel VI. Das spec. Gewicht des *Wolframoxyds* (W) ist = 12,1109 (bei 0°, Karsten), das der *Wolframsäure* (W) = 7,1396 (bei 0°, Karsten) oder = 6,12 (Berzel.).

In:

100 Oxyd sind 85,54 Wolfram und 14,46 Sauerstoff
 100 Säure - 79,773 - - 20,227 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 85,54 \\ 14,46 \end{array} \right\} = 12,1109 : \left\{ \begin{array}{l} 10,3596 \\ 1,7513 \end{array} \right\}$$

$$\underline{12,1109}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 79,773 \\ 20,227 \end{array} \right\} = 7,1396 : \left\{ \begin{array}{l} 5,6955 \\ 1,4441 \end{array} \right\}$$

$$\underline{7,1396}$$

$$= 6,12 : \left\{ \begin{array}{l} 4,882 \\ 1,238 \end{array} \right\}$$

$$\underline{6,12}$$

Bestände auch das Wolframoxyd aus 2 At. Metall und 4 At. Sauerstoff, so hätte man $\frac{1}{2}(10,3596) = 5,1798$, d. h. zwischen 5,6955 und 4,882, und $\frac{3}{4}(1,7513) = 1,3135$, d. h. zwischen 1,238 und 1,4441.

Beispiel VII. Das spec. Gew. des Antimonoxyds (Sb) ist = 5,778 (Boullay), das der *antimonigen Säure* (Sb) = 6,525 (Boullay).

In:

100 Oxyd sind 84,317 Antimon und 15,683 Sauerstoff
 100 Säure - 80,128 - - 19,872 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 84,317 \\ 15,683 \end{array} \right\} = 5,778 : \left\{ \begin{array}{l} 4,872 \\ 0,906 \end{array} \right\}$$

$$\underline{5,778}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 80,128 \\ 19,872 \end{array} \right\} = 6,525 : \left\{ \begin{array}{l} 5,228 \\ 1,297 \end{array} \right\}$$

$$\underline{6,525}$$

Hier ist also wieder nahezu in gleichem Volume gleichviel Metall, und daher die Zunahme des spec. Ge-

wichts Folge der Aufnahme eines weiteren Atoms Sauerstoff ohne Volumsänderung.

Beispiel VIII. Das spec. Gewicht der flüssigen schwefligen Säure (\ddot{S}) ist = 1,42 (Faraday), das der wasserfreien Schwefelsäure (\ddot{S}) = 1,97 (bei 20° C., Bussy).

In:

100 schwefl. Säure sind 50,145 Schwefel u. 49,855 Sauerst.

100 Schwefelsäure - 40,139 - - - 59,861 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 50,145 \\ 49,855 \end{array} \right\} = 1,42 : \left\{ \begin{array}{l} 0,712 \\ 0,708 \end{array} \right\} \\ \underline{1,42}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 40,139 \\ 59,861 \end{array} \right\} = 1,97 : \left\{ \begin{array}{l} 0,79 \\ 1,18 \end{array} \right\} \\ \underline{1,97}$$

Auch hier ist wieder nahe zu $0,712 = 0,79$ und demgemäß nahezu $\frac{3}{2}(0,708) = 1,18$.

Beispiel IX. Das spec. Gewicht des Platinulfrets (Pt) ist = 6,2 (E. Davy), das des Platinbisulfrets (Pt) = 3,5 (E. Davy).

In:

100 Sulfuret sind 85,98 Platin und 14,02 Schwefel

100 Bisulfuret - 75,41 - - - 24,59 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 85,98 \\ 14,02 \end{array} \right\} = 6,2 ; \left\{ \begin{array}{l} 5,33 \\ 0,87 \end{array} \right\}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 75,41 \\ 24,59 \end{array} \right\} = 3,5 : \left\{ \begin{array}{l} 2,64 \\ 0,86 \end{array} \right\}$$

Wird vom Platinulfret angenommen, es bestehe aus 2 At. Platin und 4 At. Schwefel, so stimmt auch dies Resultat ganz mit den früheren. Das spec. Gewicht des Sulfurets ist dann genau um das weiter hin-

zugekommene Atom Platin gröfser als das des Bisulfurts, denn es ist nahezu $5,33 = 2 \times 2,64$, während die Gewichtsmenge des Schwefels in gleichem Volume beider Verbindungen, d. h. 0,87 und 0,86 sich gleich bleibt.

Beispiel X. Das spec. Gewicht des *Doppelt-Chlor-kohlenstoffs* ($C^2 Cl^2$) ist = 1,553 (Wollaston), das des *Dreifach-Chlorkohlenstoffs* ($C^2 Cl^3$) = 2,0 (Wollaston).

In :

$$\begin{array}{ll} 100 C^2 Cl^2 \text{ sind } 14,73 \text{ Kohlenstoff und } 85,27 \text{ Chlor} \\ 100 C^2 Cl^3 \quad - \quad 10,32 \quad - \quad - \quad 89,68 \quad - \end{array}$$

Aber :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 14,73 \\ 85,27 \end{array} \right\} = 1,553 : \left\{ \begin{array}{l} 0,229 \\ 1,324 \end{array} \right\} \\ \hline 1,553.$$

und :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 10,32 \\ 89,68 \end{array} \right\} = 2,0 : \left\{ \begin{array}{l} 0,206 \\ 1,794 \end{array} \right\} \\ \hline 2,0.$$

Auch hier ist wieder nahezu $0,229 = 0,206$ und $1,324 = \frac{3}{2} \times 1,794$.

Faßt man zusammen, was die bisher angeführten Beispiele lehren, so ergiebt sich daraus folgendes Gesetz:

Wenn ein Körper *A* sich mit einem Körper *B* in mehreren Verhältnissen verbindet, so dass die Atommenge von *B* in den verschiedenen Verbindungsstufen die gleiche bleibt, während die von *A* wechselt, so ist in den verschiedenen Verbindungsstufen, *in gleichem Raume*, immer die gleiche Menge Gewichtstheile von *B*, während die Menge der Gewichtstheile von *A* wechselt; oder mit andern Worten, die Dichtigkeit, mit der *A* in den Verbindungen enthalten ist, verändert sich im geraden Verhältniss mit der Atommengen von *A* in je einem zusammengesetzten Atom. Sind die Atommengen von beiden Körpern wechselnd, so ist auch bei dem Körper

B die Dichtigkeit, mit der er in den verschiedenen Verbindungsstufen enthalten ist, proportional der Menge seiner Atome in einem Atome dieser Verbindungen.

Bei weiterer Ausdehnung dieser Berechnung zeigte sich aber bald, dass dies Gesetz, so allgemein aufgestellt, nicht durchaus gültig sey, sondern Abänderungen erleide, die indefs nach Folgendem ebenfalls auf eine Regel zurückzuführen sind.

Beispiel XI. Das specifische Gewicht des *Wassers* (\dot{H}) ist = 1, das des *Wasserstoffsuperoxyds* (\ddot{H}) = 1,452 (Thénard).

In :

100 Wasser sind 88,889 Sauerstoff u. 11,111 Wasserstoff
100 Superoxyd - 94,13 - - - 5,87 -

und :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 94,13 \\ 5,87 \end{array} \right\} = 1,452 : \left\{ \begin{array}{l} 1,367 \\ 0,085 \end{array} \right\} \\ \underline{1,452.}$$

Wenn daher ein Raumtheil Wasser 0,889 Gwthl. Sauerstoff und 0,111 Gwthl. Wasserstoff enthält, so enthält dagegen ein gleicher Raumthl. Wasserstoffhyperoxyd 1,367 Sauerstoff und 0,085 Wasserstoff. Hier sind also die Gewichtsmengen des Sauerstoffs auf gleichem Raum nicht gleich geblieben, wie sie sollten, wenn Wasser = \dot{H} und Wasserstoffsuperoxyd = \ddot{H} ist, sondern sie haben zugenommen; ferner haben die Gewichtsmengen des Wasserstoffs abgenommen, aber nicht im Verhältnis der Atomenmengen desselben in einem Atome der beiden Verbindungen.

Nimmt man an, das Wasserstoffsuperoxyd bestehe aus 2 At. Wasserstoff und 2 At. Sauerstoff (\ddot{H}), so wären die Gewichtsmengen des Wasserstoffs sich nicht gleich geblieben, sondern hätten abgenommen, und die des Sauerstoffs hätten zugenommen, aber nicht im Verhältnis der

Zunahme der Sauerstoffatome in 1 At. Wasserstoffhydroperoxyd. Denn nach dem obigen Gesetze müfste das Wasserstoffsuperoxyd in einem Raume, der mit Wasser gefüllt 1 wiegt, enthalten:

$$2 \times 0,889 = 1,778 \text{ Gwthl. Sauerstoff}$$

$$\text{und } 0,111 \text{ Gwthl. Wasserstoff}$$

also $\frac{1,889}{1,778}$ das spec. Gewicht
des Wasserstoffsuperoxyds seyn.

Allein:

$$1,452 : 1,889 \text{ nahe } = 3 : 4.$$

Da sich nun zugleich die Menge einfacher Atome im Wasserstoffsuperoxyd zu denen im Wasser wie 4 : 3 verhalten, so scheint es, daß in diesem Fall das oben gefundene Gesetz zwar für die einzelnen einfachen Körper gültig sey, aber die Dichtigkeit des zusammengesetzten Körpers zugleich in dem Verhältnis abnehme, in welchem die Zahl der einfachen Atome in dem zusammengesetzten Atom zunimmt.

Eine Reihe fernerer Beispiele möge dazu dienen, die Abänderung des gefundenen Gesetzes als richtig zu erweisen.

Beispiel XII. Das specifische Gewicht des *Doppel-Schwefelzinns* ($\ddot{\text{S}}\text{n}$) ist = 4,415 (Boullay), das des *Einfach-Schwefelzinns* ($\dot{\text{S}}\text{n}$) = 5,267 (Boullay).

In:

100 Bisulfuret sind 64,634 Zinn und 35,366 Schwefel

100 Sulfuret - 78,52 - - - 21,48 -

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 64,634 \\ 35,366 \end{array} \right\} = 4,415 : \left\{ \begin{array}{l} 2,854 \\ 1,561 \end{array} \right\}$$

$$\underline{4,415}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 78,52 \\ 21,48 \end{array} \right\} = 5,267 : \left\{ \begin{array}{l} 4,136 \\ 1,131 \end{array} \right\}$$

$$\underline{5,267.}$$

Nimmt man an, das *Einfach-Schwefelzinn* sey Sn oder bestehe aus 2 Atomen von jedem seiner Elemente, so müfste dasselbe, nach dem ersten Gesetz auf einem Raumtheil, der, mit Doppelt-Schwefelzinn gefüllt, 4,415 wiegt, enthalten:

$$\begin{array}{r} 2 \times 2,854 = 5,708 \text{ Zinn} \\ \text{und } 1,561 \text{ Schwefel} \\ \hline \text{also } 7,269 \text{ das spec. Gew.} \end{array}$$

dasselben seyn. Tritt hier dagegen die beim Wasserstoffsuperoxyd gefundene Abänderung ein, so wird, der obigen Annahme zufolge, da die Menge der einfachen Atome in den beiden Sulfureten sich wie 3 : 4 verhält, das Einfach-Schwefelzinn an Dichtigkeit im umgekehrten Verhältnis abnehmen, und bestehen aus:

$$\begin{array}{r} \frac{3}{4} \times 2 \times 2,854 = 4,281 \text{ Zinn} \\ \frac{3}{4} \times 1,561 = 1,171 \text{ Schwefel} \\ \hline \text{mithin } 5,452 \end{array}$$

das specifische Gewicht desselben seyn, was, wie man sieht, ziemlich genau mit dem von Boullay beobachteten 5,267 übereinstimmt.

Alles verhält sich also hier wie beim Wasserstoffhyperoxyd.

Beispiel XIII. Das spec. Gewicht des Quecksilberchlorids (Hg Cl) ist = 5,42 (Boullay), das des Quecksilberchlorürs (HgCl) = 7,14 (Boullay).

In :

100 Chlorid sind 74,091 Quecksilber und 25,909 Chlor

100 Chlorür - 85,117 - - - 14,883 -

Aber :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 74,091 \\ 25,909 \end{array} \right\} = 5,42 : \left\{ \begin{array}{l} 4,016 \\ 1,404 \end{array} \right\}$$

$$\hline 5,420$$

und :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 85,117 \\ 14,883 \end{array} \right\} = 7,14 : \left\{ \begin{array}{l} 6,077 \\ 1,063 \end{array} \right\}$$

7,14.

Das Quecksilberchlorür, als bestehend aus 2 At. Quecksilber und 2 Chlor, als HgCl angenommen, müßte, wenn es auf dieselbe Weise gebildet wäre, enthalten:

$$\begin{aligned} \frac{3}{4} \times 2 \times 4,016 &= 6,024 \text{ Quecksilber} \\ \frac{3}{4} \times 1,404 &= 1,053 \text{ Chlor} \\ \text{also } &\underline{\quad 7,077} \end{aligned}$$

zum spec. Gewicht haben, was auch sehr nahe mit Boullay's Wägung übereinstimmt.

Beispiel XIV. Das spec. Gewicht des Quecksilberbromids (HgBr) ist = 5,9202 (bei 0°, Karsten), das des Quecksilberbromürs (HgBr) = 7,307 (bei 0°, Karsten).

In:

$$\begin{array}{lll} 100 \text{ Bromid sind } & 56,41 \text{ Quecksilber und } & 43,59 \text{ Brom} \\ 100 \text{ Bromür - } & 72,13 & - - - 27,87 - \end{array}$$

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 56,41 \\ 43,59 \end{array} \right\} = 5,9202 : \left\{ \begin{array}{l} 3,3396 \\ 2,5806 \end{array} \right\}$$

5,9202

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 72,13 \\ 27,87 \end{array} \right\} = 7,307 : \left\{ \begin{array}{l} 5,270 \\ 2,037 \end{array} \right\}$$

7,307.

Das Bromür, als bestehend aus 2 At. von jedem Element angenommen (HgBr), müßte, auf gleiche Weise gebildet, enthalten:

$$\begin{aligned} \frac{3}{4} \times 2 \times 3,3396 &= 5,0094 \text{ Quecksilber} \\ \frac{3}{4} \times 2,5806 &= 1,9355 \text{ Brom} \\ \text{also } &\underline{\quad 6,9449} \end{aligned}$$

zum spec. Gewicht haben, was auch sehr nahe mit der Erfahrung stimmt.

Beispiel XV. Das spec. Gewicht des *Schwefelchlorids* (S Cl^2) ist = 1,68 (Dumas), das des *Schweifchlorürs* (S Cl) = 1,7 (Berthollet und Bucholz).

In:

$$\begin{array}{l} 100 \text{ Chlorid sind } 68,75 \text{ Chlor und } 31,25 \text{ Schwefel} \\ 100 \text{ Chlorür - } 52,39 \text{ - - } 47,61 \text{ -} \end{array}$$

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 68,75 \\ 31,25 \end{array} \right\} = 1,68 : \left\{ \begin{array}{l} 1,155 \\ 0,525 \end{array} \right\} \frac{}{1,68}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 52,39 \\ 47,61 \end{array} \right\} = 1,7 : \left\{ \begin{array}{l} 0,891 \\ 0,809 \end{array} \right\} \frac{}{1,7}$$

Nimmt man an, das *Chlorür* bestehe aus einem Doppelatome von jedem Element, sey $\text{S}^2 \text{Cl}^2$, so müßte es analogerweise enthalten:

$$\begin{array}{r} \frac{3}{4} \times 2 \times 0,525 = 0,787 \text{ Schwefel} \\ \frac{3}{4} \times 1,155 = 0,866 \text{ Chlor} \\ \hline \text{also } 1,653 \end{array}$$

zum spec. Gewicht haben, was auch nahe mit der Wägung übereinstimmt.

Beispiel XVI. Das spec. Gewicht des *unterarsenigen Sulfids* ($\overset{\text{''}}{\text{As}}$) ist = 3,544 (bei 0°, Karsten), das des *arsenigen Sulfids* ($\overset{\text{'''}}{\text{As}}$) = 3,459 (bei 0°, Karsten).

In:

$$\begin{array}{l} 100 \overset{\text{''}}{\text{As}} \text{ sind } 70,03 \text{ Arsenik und } 29,97 \text{ Schwefel} \\ 100 \overset{\text{'''}}{\text{As}} - 60,90 - - - 39,10 - \end{array}$$

Aber:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 70,03 \\ 29,97 \end{array} \right\} = 3,544 : \left\{ \begin{array}{l} 2,482 \\ 1,062 \end{array} \right\} \frac{}{3,544}$$

und:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 60,90 \\ 39,10 \end{array} \right\} = 3,159 : \left\{ \begin{array}{l} 2,107 \\ 1,352 \end{array} \right\}$$

$\underline{3,159}$

Das *arsenige Sulfid* (As) müßte daher analoger Weise bestehen aus:

$$\begin{aligned} \frac{4}{5} \times 2,482 &= 1,985 \text{ Arsenik} \\ \frac{2}{5} \times \frac{4}{5} \times 1,62 &= 1,274 \\ \text{also } &\underline{\quad 3,259} \end{aligned}$$

zum spec. Gewicht haben, was, in Erwagung der möglichen Fehler bei den Wägungen, nahe genug mit der Erfahrung übereinstimmt.

Beispiel XVII. Das spec. Gewicht des *Manganoxyduls* ist = 4,726 (bei $13^{\circ}\frac{1}{3}$ R. Herapath), das des *Manganoxyds* = 4,328 (Gehlen), und das des *Manganhyperoxyds* = 3,69 bis 3,76 (Gehlen).

In :

100 Oxydul	sind	77,57	Mangan	und	22,43	Sauerstoff
100	-	69,75	-	-	30,25	-
100 Hyperoxyd	-	63,36	-	-	36,64	-

Aber :

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 77,57 \\ 22,43 \end{array} \right\} = 4,726 : \left\{ \begin{array}{l} 3,666 \\ 1,060 \end{array} \right\}$$

$\underline{4,726}$

ferner:

$$100 : \left\{ \begin{array}{l} 69,75 \\ 30,25 \end{array} \right\} = 4,328 : \left\{ \begin{array}{l} 3,019 \\ 1,309 \end{array} \right\}$$

$\underline{4,328}$

und :

$$\begin{aligned} 100 : \left\{ \begin{array}{l} 63,36 \\ 36,64 \end{array} \right\} &= 3,69 : \left\{ \begin{array}{l} 2,34 \\ 1,35 \end{array} \right\} \\ &\quad \underline{3,69} \\ &= 3,76 : \left\{ \begin{array}{l} 2,38 \\ 1,38 \end{array} \right\} \\ &\quad \underline{3,76} \end{aligned}$$

Das *Manganoxyd* (Mn) müßte also, wenn Manganoxydul Mn ist, analoger Weise bestehen aus:

$$\begin{aligned} \frac{4}{5} \times 3,667 &= 2,932 \text{ Mangan} \\ \frac{2}{5} \times \frac{4}{5} \times 1,060 &= 1,272 \text{ Sauerstoff} \\ \text{also } & 4,204 \end{aligned}$$

zum spec. Gewicht haben, was auch nahe mit der Erfahrung übereinstimmt.

Eben so müßte das *Manganhyperoxyd*, wenn es als Mn angesehen wird, bestehen aus:

$$\begin{aligned} \frac{4}{6} \times 3,666 &= 2,444 \text{ Mangan} \\ 2 \times \frac{4}{6} \times 1,060 &= 1,413 \text{ Sauerstoff} \\ \text{also } & 3,857 \end{aligned}$$

zum spec. Gewicht haben, was ebenfalls nahe der Erfahrung entspricht.

Hier stimmen also nicht nur zwei, sondern gar drei verschiedene Verbindungen zweier Körper mit dem aufgestellten Gesetz überein.

Aus dem Bisherigen ergeben sich im Ganzen nachstehende Resultate:

1) Wenn zwei Körper sich nach multiplen Verhältnissen mit einander verbinden, und in diesen Verbindungen die Condensation die gleiche bleibt, so steht die Menge der Gewichtstheile in *gleichem Raume*, d. h. also die Dichtigkeit, mit der jeder dieser Körper in der Verbindung enthalten ist, in geradem Verhältnis zur Menge der Atome desselben in einem zusammengesetzten Atome.

2) Wenn dagegen die Condensation in den verschiedenen Verbindungen zweier Körper mit einander nicht gleich bleibt, sondern sich ändert, so geschieht dies immer so, daß ihre Zu- oder Abnahme im umgekehrten Verhältnis mit der Zu- oder Abnahme der Menge einfacher Atome im zusammengesetzten Atome geschieht, so jedoch, daß dabei zugleich das erste Gesetz gültig bleibt.

Hat man z. B. m Atome A mit n Atomen B , also $m+n$ einfache Atome in je einem zusammengesetzten, und eine Condensation = d , so wird diese, wenn die Condensation beim Hinzukommen von fernerem p Atomen von A , also in einer Verbindung von $m+p$ Atomen A und n Atomen B nicht die gleiche bleibt, sich im umgekehrten Verhältniss mit der Zunahme der einfachen Atome im zusammengesetzten verändern. Da sich bei diesen beiden Verbindungen die Mengen der einfachen Atome in einem zusammengesetzten Atome verhalten wie $m+n : m+n+p$, so folgt, dass, wenn wir die Condensation in der zweiten Verbindung mit d' bezeichnen, sich verhalten werde:

$$d : d' = m+n+p : m+n$$

also :

$$d' = \frac{m+n}{m+n+p} \cdot d.$$

Da aber, nach dem ersten Gesetz, die Dichtigkeit (Gewichtsmenge im gleichen Raum) von A in der zweiten Verbindung zugleich das $\frac{m+p}{m}$ von der in der ersten seyn muss, so ist sie also für A , wenn die Dichtigkeit von A in der ersten Verbindung = δ ist, in der zweiten :

$$\frac{m+p}{m} \cdot \frac{m+n}{m+n+p} \cdot \delta.$$

Bei so vielen zutreffenden Beispielen möchte an der Richtigkeit dieses Gesetzes wohl nicht zu zweifeln seyn. Bestätigt sich dessen Wahrheit durch weitere Wägungen und Rechnungen, so ist dadurch ein Mittel gewonnen, um bei starren und flüssigen Körpern aus dem specifischen Gewicht auf die Atomenmenge der einzelnen Bestandtheile einer solchen Verbindung zu schließen. So wird durch die Beispiele No. 10, 11, 13, 14, 15, 16 die Annahme von Doppelatomen für Wasserstoff, Chlor, Brom, Arsenik bestätigt. Dann aber sehen wir

an den Beispielen No. 1, 4, 9, 11, 12, 13, 14, 15, dass die seither sogenannten *Einfach Chlorschwefel* (Cl), *Einfach-Chlorquecksilber* (Hg Cl), *Einfach-Schwefelzinn* (Sn), u. s. w., eigentlich $\frac{2}{3}$ Chlorschwefel (Cl), $\frac{2}{3}$ Chlorquecksilber (Hg Cl), $\frac{2}{3}$ Schwefelzinn (Sn) u. s. w. sind, und also wahrscheinlich so benannt und bezeichnet werden müssen.

Vor Allem ist es übrigens jetzt wünschenswerth, dass von Mehreren vergleichende Untersuchungen über das specifische Gewicht chemisch-reiner Körper angestellt werden, damit es möglich werde einige Sicherheit über das specifische Gewicht der Körper zu bekommen, und das vorgelegte Gesetz und die daraus zu ziehenden Folgerungen zur Evidenz zu erheben.

Solche Untersuchungen könnten dann wohl auch dazu dienen, über diejenigen Verhältnisse des specifischen Gewichtes ein Licht zu verbreiten, über welche auch das hier entwickelte Gesetz keinen Aufschluss giebt. So wäre es namentlich von Interesse, den Grund kennen zu lernen, warum bei dem Uebergang einer Verbindung zweier Körper in eine andere, z. B. einer Oxydationsstufe in eine höhere, das eine Mal die Condensation die gleiche bleibt, in anderen Fällen dagegen sich verändert im umgekehrten Verhältnis der Atomenmenge. Sodann erhalten wir durch das neue Gesetz bloß Aufschluss über die Dichtigkeitsverhältnisse unter mehrreli Verbindungen zweier Körper, dagegen bleibt noch im Dunkeln, durch welche Ursachen die Dichtigkeit eines Körpers überhaupt bei seinen Verbindungen mit mehrreli anderen bestimmt und bedingt wird.

Zusatz. Nicht überflüssig ist es wohl, hier zu bemerken, dass man das von dem Hrn. Verfasser aufgestellte Gesetz noch auf eine andre Weise ausdrücken kann, die zugleich den Grad der Uebereinstimmung desselben mit der Erfahrung leicht überschen lässt. Das Gesetz würde dann so lauten: *Die specifischen Gewichte der Verbindungen eines Radicals mit einem elektronegativen Körper*

verhalten sich zu einander wie die Atomgewichte derselben, entweder geradezu oder nach Multiplication mit gewissen einfachen Brüchen. Folgende Tafel wird diesen Satz erläutern:

	Spec. Gewichte beobachtet.	Spec. Gewicht der höheren Stufe berechnet.
Cu : Cu	5,749 : 6,4	6,394
Sn : Sn	6,666 : 6,9	7,457
Pb : Pb	8,01 : 9,19	8,586
Hg : Hg	10,69 : 11,29	11,10
Mo : Mo	5,666 : 3,49	6,376 = 2 × 3,188
W : W	12,111 : 6,61	12,987 = 2 × 6,493
Sb : Sb	5,778 : 6,525	6,08
S : S	1,42 : 1,97	1,774
Pt : Pt	6,2 : 3,5	7,069 = 2 × 3,534
CCl ² : CCl ³	1,553 : 2,0	1,760
H : H	1,00 : 1,452	1,889 = $\frac{5}{3} \times 1,417$
Sn : Sn	5,267 : 4,415	6,398 = $\frac{3}{2} \times 4,265$
Hg Cl : Hg Cl ²	7,14 : 5,42	8,203 = $\frac{3}{2} \times 5,469$
Hg Br : Hg Br ²	7,307 : 5,920	9,344 = $\frac{3}{2} \times 6,230$
SCl : SCl ²	1,7 : 1,68	2,590 = $\frac{5}{3} \times 1,627$
As : As	3,544 : 3,459	4,075 = $\frac{5}{4} \times 3,260$
Mn : Mn	4,726 : 4,328	5,256 = $\frac{5}{4} \times 4,205$
Mn : Mn	4,726 : 3,72	5,786 = $\frac{5}{4} \times 3,857$

Die letzte Spalte enthält das spezifische Gewicht der höheren Verbindung, berechnet aus den Atomgewichten der beiden, in der ersten Spalte angezeigten Verbindungen und dem beobachteten spezifischen Gewicht der niederen Verbindung. Da das letztere im Allgemeinen als mit Fehlern behaftet angesehen werden muss, so bringt schon dieser Umstand nothwendig für das spezifische Gewicht der höheren Stufe eine Abweichung des berechneten Resultats von dem beobachteten zu VVege, selbst wenn dieses, was jedoch auch nicht anzunehmen ist, fehlerfrei seyn sollte.

Dennoch ist die Uebereinstimmung in den meisten Fällen von der Art, daß man das aufgestellte Gesetz wenigstens als eine Annäherung betrachten kann. Strenge kann es jedoch nicht seyn, weil

die specifischen Gewichte mit der Temperatur veränderlich sind, die Atomgewichte aber nicht von ihr abhängen.

Wie man übrigens sieht, stimmen die berechneten Resultate in sieben Fällen nahezu direct mit der Erfahrung, in drei Fällen müssen sie zur Hälfte genommen werden, und in den acht letzten Fällen hat man sie mit den Brüchen zu multipliciren, die aus der Division der Atomenmenge in der niederen Verbindung durch die in der höheren entspringen.

P.

VII. Künstliches Rothkupfererz.

Auf dem zu Anfange des Jahres 1838 auf der Antonshütte gefallenen Kupfersteine von der separaten Verschmelzung von armen Kupfererzen bemerkte man, nach dem Verrösten desselben, auf der Oberfläche derbe Parthien in geringer Menge, welche ein von der Hauptmasse verschiedenes Aeufsere zeigten. Sie besaßen nämlich eine dunkelrote, in's Bleigraue geneigte Farbe, flammuscligen Bruch, unvollkommenen Metallglanz, waren undurchsichtig, spröde und gaben ein bräunlichrothes Strichpulver. Die chemische Untersuchung zeigte, dass diese Parthien aus rothem *Kupferoxydul* bestanden und nur Spuren von Schwefel enthielten, demnach in ihren äusseren und chemischen Eigenschaften mit derbem Rothkupfererze identisch waren. Das Vorkommen dieser Verbindung ist um so interessanter, als ich das rothe Kupferoxydul unter Hüttenproducten nur in den letzten Schlacken vom Kupfergaarmachen als zarte, cochenillrote, demantglänzende Blättchen, dagegen noch niemals in derben Massen, ähnlich dem derben Rothkupfererze, zu beobachten Gelegenheit hatte. (Mittheilung von Hrn. Prof. Kersten in Freiberg.)

VIII. *Ueber Eläolith und Nephelin:*
von Th. Scheerer.

Im XXXVI Bande, S. 291, dieser Annalen machte ich eine Mittheilung über einen Eläolith, welcher sich in der Gegend von Brevig in Norwegen findet. Aus den Resultaten der mit demselben angestellten Analysen glaubte ich berechtigt zu seyn eine neue Formel für den Eläolith aufstellen zu können, welche besser als die alte mit seiner Zusammensetzung im Einklange war. Mir standen damals keine Eläolithe anderer Fundorte zu Gebote, um auch an diesen die Wahrheit meiner Behauptung zu prüfen, und ich mußte daher weitere Untersuchungen einstweilen einstellen. Später habe ich jedoch diese Arbeiten wieder aufgenommen und zum Theil noch in Norwegen, zum Theil in Berlin in dem Laboratorium des Hrn. Prof. H. Rose unter gefälliger Mitwirkung von Hrn. Francis eine neue Reihe Analysen von Eläolithen und Nephelinen angestellt. Die Resultate, welche ich hierbei erhielt, so wie einige andere Beobachtungen über diese Mineralien sind es, welche ich in diesem Aufsatze mittheilen will. Zugleich werde ich zur Vergleichung auch diejenigen Analysen anführen, die früher durch andere Chemiker von diesen Mineralien gemacht worden sind.

I. Analysen verschiedener Eläolithe.

1) Brauner Eläolith von Brevig in Norwegen.

Eine vollständigere Charakteristik findet sich in der oben erwähnten Abhandlung. Drei mit diesem Minerale angestellte Analysen ergaben:

	1.	2.	3.
Kieselerde	44,59	44,48	44,30
Thonerde	32,14	32,03	31,60
Eisenoxyd	0,86	1,30	1,16
Kalkerde	0,28	0,24	0,32
Natron	15,67	15,76	20,45
Kali	5,10	5,24	
Wasser	2,05	2,06	2,10
	100,69	101,11	99,93.

Das spec. Gewicht dieses Eläoliths ist 2,617. Der selbe kommt in mehr oder weniger grossen Parthien in einem schneeweissen, körnigen Albite eingesprengt vor, und ist in der Regel so sehr von diesem durchdrungen, daß es schwer hält ganz reine Stücke zur Analyse zu bekommen. Bei der Auflösung der erhaltenen Kieselerde in kohlenaurem Natron bleibt daher stets etwas Albitpulver zurück. Da dies Mineral jedoch so gut wie völlig unlöslich in Säuren ist, glaube ich nicht, daß es erheblich auf das Resultat der Analyse eingewirkt hat.

2) Grüner Eläolith von Fredriksvärn in Norwegen.

Diese so wie die folgende Eläolithart findet sich in dem bekannten zirkonführenden Syenite von Fredriksvärn eingewachsen. Ihr spec. Gewicht bestimmte ich zu 2,61. Klaproth ist der erste, welcher eine Analyse damit angestellt hat. Das Ergebniss derselben war ¹⁾:

Kieselerde	46,50
Thonerde	30,25
Eisenoxyd	1,00
Kalkerde	0,75
Kali	18,00
Wasser	2,00
	98,50.

1) S. Klaproth's Beiträge z. chem. Kenntn. d. Mineralkörper, Bd. V
S. 176.

Nach Klaproth war es Prof. C. G. Gmelin, welcher den grünen Eläolith analysirt hat, und denselben zusammengesetzt fand aus ¹⁾:

Kieselerde	44,19
Thonerde	34,42
Eisenoxyd	0,65
Kalkerde	0,52
Natron	16,88
Kali	4,73
Talk und Mangan	0,69
Wasser	0,60
	102,68.

Die Resultate zweier von mir unternommenen Analysen waren die folgenden:

	4.	5.
Kieselerde	45,31	45,15
Thonerde	32,63	32,70
Eisenoxyd	0,45	0,67
Kalkerde	0,33	0,34
Natron	15,95	15,48
Kali	5,45	5,88
Wasser	0,60	0,63
	100,72	100,85.

Zwischen diesen Analysen und der von Klaproth findet keine genügende Uebereinstimmung statt. Wahrscheinlich ist Klaproth's Kieselerde noch thonerdehaltig gewesen, oder der von ihm analysirte Eläolith hielt fremde, durch Säure unaufschliessbare Bestandtheile beigemengt, welche die Menge der Kieselerde vergrößern mussten, da dieselbe nicht auf ihre Reinheit geprüft wurde. Als noch unzuverlässiger stellt sich diese Analyse heraus, wenn man bedenkt, dass der Eläolith nicht bloß Kali, sondern Kali und Natron zugleich enthält. Von

1) Schweigger's Jahrbuch der Physik und Chemie, Bd. VI S. 82.

100 Grm. angewendeten Eläolithpulvers erhielt Klaproth **27,5 Grm.** Chlor-Alkalimetall, welches er für reines Chlorkalium nahm und daraus **18 Proc.** Kali berechnete. Berücksichtigt man aber, dass es aus beiden Chlormetallen in einem bestimmten Verhältnisse bestand, so erhält man nur etwa **11 Proc.** Natron und **4 Proc.** Kali, woraus sich also im Ganzen ein Verlust von **4,5 Proc.** für die Analyse ergibt.

Zwischen C. G. Gmelin's Analysen und den meinigen herrscht eine genügendere Uebereinstimmung; nur möchte die Kieselerde in der ersteren etwas höher anzugeben seyn, da die kleinen Mengen derselben, welche stets den übrigen Bestandtheilen folgen, nicht abgeschieden und zur Hauptmenge hinzugefügt wurden. Dadurch, dass Hr. Gmelin die Kieselerde nicht wieder in kohlensaurem Natron auflöste, ist wohl kaum eine Ungenauigkeit entstanden; denn bei Anwendung von guten Stücken dieses Eläolites findet man die Kieselsäure stets frei von allen fremden Einmengungen. Auch im Alkaligehalte weicht die Analyse von Gmelin etwas von der meinigen ab. Dies röhrt wohl unstreitig daher, dass der genannte Chemiker sich einer unvollkommenen als jetzt gebräuchlichen Methode zur Bestimmung von Kali und Natron bediente. Die *Summen* der Chlormetalle stimmen dagegen sehr vollkommen mit einander überein; Gmelin erhielt **39,1 Proc.** und ich sehr nahe **39,0 Proc.** von denselben. Es beweist dies, dass also nur die relative Mengen von Kali und Natron bei Gmelin's Analyse etwas ungenau bestimmt wurden.

3) Brauner Eläolith von ebendaher.

Diese Abart ist, meines Wissens nach, bis jetzt noch nicht analysirt worden, indem man sie stets als eine nur durch die Farbe verschiedene Modification des ersten Minerals betrachtete. Durch die folgenden Analysen

wird dies auch vollkommen bestätigt. Die Analyse 6 verdanke ich der gütigen Hülfe des Hrn. Francis.

	6.	7.
Kieselerde	45,51	45,55
Thonerde	{ 33,53	32,00
Eisenoxyd		1,41
Kalkerde	0,81	Spur
Natron	15,86	16,09
Kali	4,50	5,02
Wasser		0,78
	<hr/> 100,21	<hr/> 100,85.

Das spec. Gewicht des braunen Eläothes wurde = 2,61 gefunden.

4) Weisser Eläolith vom Ilmengebirge in Sibirien.

Hr. Prof. G. Rose hat eine Beschreibung von dem Vorkommen dieses Minerals geliefert ¹⁾. Das Ilmengebirge besteht größtentheils aus einer Gebirgsart, welche weissen Feldspath, schwarzen einaxigen Glimmer und Neophelin als Gemengtheile enthält, und die auf diese Weise, noch mehr aber durch die darin vorkommenden Mineralien, wie Zirkon, Pyrochlor u. s. w., viel Aehnlichkeit mit dem zirkonführenden Syenite von Fredriksvärn erhält. Sie ist gleichsam als ein Granit zu betrachten, in welchem der Quarz durch Eläolith ersetzt ist. Wegen ihrer offensbaren Eigenthümlichkeit, und da dieselbe in bedeutender Verbreitung vorkommt, hat G. Rose dafür den Namen Miascit (von dem in der Gegend ihres Vorkommens befindlichem Flusse Mias) vorgeschlagen. Das spec. Gew. des weißen Eläolites fand ich = 2,60.

Von diesem Minerale sind vor Kurzem von Hrn. Bromeis zwei Analysen bekannt gemacht worden, welche folgende Resultate gaben ²⁾:

1) Poggendorff's Annalen, Bd. XXXXVII S. 377.

2) Ebendaselbst, Bd. XXXXVIII S. 577.

Kieselerde	42,51	42,33
Thonerde	33,73	34,39
Eisenoxyd	Spur	Spur
Kalkerde	0,20	0,47
Natron	14,01	16,26
Kali	6,91	5,95
Talkerde	0,77	0,45
Wasser	0,92	0,92
	99,05	100,77.

Hr. Francis und ich haben hierauf dieses Mineral ebenfalls untersucht. Das Resultat 8 ist das, welches Hr. Francis, und das Resultat 9 das, welches ich bei meiner Untersuchung erhielt:

	8.	9.
Kieselerde	44,30	44,07
Thonerde	33,25	33,12
Eisenoxyd	0,82	0,57
Kalkerde	0,32	0,26
Natron	16,02	15,70
Kali	5,82	5,69
Talkerde	0,07	Spur
Wasser		0,90
	100,60	100,31.

Die Resultate dieser beiden letzt angeführten Analysen weichen, besonders im Kieselgehalte, von denen des Hrn. Bromeis ab. Ich werde später hierauf zurückkommen.

5) Nephelin vom Monte Somma.

Dieses Mineral hat ein von den bisher beschriebenen Eläolithen sehr verschiedenes Vorkommen, und findet sich nicht derb, sondern nur krystallisiert in sechsseitigen Säulen mit basischer Endfläche und mit Abstumpfung der Gipfelkanten durch zwei hexagonale Pyrami-

den. Er sitzt in Drusenhöhlen des Dolomits, begleitet von Granat, Vesuvian, Anorthit, glasigem Feldspath u. s. w. Alle diese Mineralien gewähren vollkommen den Anblick, als wären sie in die Spalten und Klüfte des Dolomites hineinsublimirt. Das spec. Gewicht des Nephelins fand ich zu 2,56. Derselbe ist früher von Arfvedson analysirt worden, welcher dessen Zusammensetzung folgendermassen fand¹⁾:

Kieselerde	44,11
Thonerde (mit etwas Eisen und Mangan)	33,73
Natron	20,46
Wasser	0,62
	<hr/>
	98,92.

Da es sehr schwierig ist die Nephelinkristalle rein aus dem Muttergestein herauszubrechen, ohne dass man Stücke ähnlich aussehender Fossilien mit in die Analyse bekommt, so wendete ich die Vorsicht an, dass ich zu jeder Analyse eine besondere Menge von Nephelinstückchen nahm, nicht aber die sämmtlichen Stücke erst fein rieb und von diesen zu den einzelnen Analysen anwendete. Wurde nun durch Einmischung eines fremden Minerals ein Einfluss auf die Analyse ausgeübt, so musste dieser wenigstens bei den verschiedenen Analysen verschieden seyn, also abweichende Resultate bewirken. Die Ergebnisse zweier Untersuchungen waren nun:

	10.	11.
Kieselerde	44,03	44,29
Thonerde	33,28	33,04
Eisenoxyd	0,65	0,39
Kalkerde	1,77	1,82
Natron	15,44	14,93
Kali	4,94	4,72
Wasser	0,21	0,21
	<hr/>	<hr/>
	100,32	99,40.

1) Kongl. Akad. Vet. Afhandl. År 1821, p. 152.

Der Wassergehalt wurde aus Mangel an Material nur aus einem Versuch bestimmt. Bei beiden Analysen war es, trotz der grossen Sorgfalt, welche beim Aussuchen der Krystallstücke angewendet wurde, dennoch nicht zu verhindern gewesen, daß eine Quantität fremden Minerals, welches durch Salzsäure nicht zersetzt wurde, mit in die Analyse kam. Bei der ersten Analyse betrug diese Einmengung etwa 3 Proc., bei der zweiten etwa 5 Proc. Da hierdurch, trotz der guten Uebereinstimmung der Resultate, dennoch Zweifel wegen ihrer völligen Richtigkeit entstehen können, so analysirte ich noch eine dritte Menge von Nephelin. Durch die für wissenschaftliche Zwecke stets so aufopfernde Güte des Hr. Prof. G. Rose erhielt ich von demselben hierzu eine sehr schöne Krystalldruse, welche gänzlich ohne Begleitung fremder Mineralien, außer einer leicht davon zu trennenden Partheie Vesuvian, im reinen Dolomite safs. Ich erhielt hierbei folgende Mengen der Bestandtheile:

	12.
Kieselerde	44,04
Thonerde	34,06
Eisenoxyd	0,44
Kalkerde	2,01
Natron	15,91
Kali	4,52
Wasser	0,21
Talkerde	Spur
	<hr/> 101,19.

Die Kieselerde zeigte sich bei der Auflösung in kohlensaurem Natron so rein, daß sie nur 0,004 Grm. unlösliche Bestandtheile hinterliess. Der Wassergehalt wurde nach der ersten Bestimmung angenommen. Die Ueber-einstimmung dieser beiden Analysen mit den beiden vor-riegen setzt es wohl außer allen Zweifel, daß die fremden Mineralien, welche in den beiden ersten zugegen

waren, durchaus keinen erheblichen Einfluß auf die Resultate ausübten. Der Thonerdegehalt der Analyse 12 scheint jedoch durch irgend ein Versehen zu hoch angegeben, da er gegen 1 Proc. höher als in den Analysen 10 und 11 ist, und da die Analyse 1 Proc. Ueberschuss giebt. Wie dem aber auch seyn mag, so geht aus diesen Untersuchungen mit Gewissheit hervor: 1) daß in dem Nephelin eine grösere Menge Kalk als im Eläolith enthalten sey, 2) daß aber sowohl Natron als Kali darin vorkommen. In diesen beiden Punkten weichen meine Analysen gänzlich von der Arfvedson's ab. Dieser Chemiker giebt zwar in seiner gedachten Abhandlung an, daß er einen Kalkgehalt gefunden habe; allein derselbe sey zu klein für eine nähere Bestimmung gewesen. Es mag also wohl seyn, daß nicht alle Nepheline diesen gegen 2 Proc. betragenden Kalkgehalt haben, wenn nicht der Grund, daß Arfvedson keine beträchtliche Menge Kalk fand, in seinem angewendeten Verfahren zu suchen ist. Er setzte nämlich nicht sogleich oxalsaurer Ammoniak zu der von der Thonerde abfiltrirten ammonikalischen Flüssigkeit, sondern dieselbe wurde erst mit Salzsäure neutralisiert. Der Neutralisationspunkt konnte hierbei leicht überschritten werden, und in der sauren Flüssigkeit etwas oxalsaurer Kalk aufgelöst bleiben. Dafs Arfvedson kein Kali erhielt, röhrt daher, weil er sich zu dessen Auffindung eines ungleich unvollkommneren Reagenzes bediente als das Chlorplatin, nämlich der Weinstinsäure.

6) Weisser Eläolith vom Katzenbuckel im Odenwalde.

Diese Varietät findet sich in einzelnen Krystallen in dem Nephelinfels eingewachsen, welcher die Sandsteinschichten des Katzenbuckels durchbricht. Hr. Prof. L. Gmelin hat eine Analyse davon in einer gemeinschaftlich von ihm und dem Hrn. Prof. v. Leonhardt

erschienenen Abhandlung¹⁾ mitgetheilt, welche ich hier anführen will. Sie ergab:

Kieselerde	43,36
Thonerde	33,49
Eisenoxyd (mit etwas Mangan)	1,50
Kalkerde	0,90
Natron	13,36
Kali	7,13
Wasser	1,39
	101,13.

Auch von dieser Eläolithart analysirte ich eine Quantität. Es war jedoch unmöglich, trotz eines sehr mühsamen Aussuchens, ganz reine Krystallstücke zu erhalten, indem die Krystalle selbst in ihrem Inneren feine Theile der Gebirgsart einschließen. Gerade ihr Kern ist meist am unreinsten, und zeigt oft eine völlig sechs- oder vierseitige Trübung, welche von einer durchsichtigeren Einfassung umgeben ist. Ich fand diese Eläolithart zusammengesetzt aus:

	13.
Kieselerde	43,70
Thonerde	32,31
Eisenoxyd	1,07
Kalkerde	0,84
Natron	15,83
Kali	5,60
Wasser	1,39
	100,74.

Der Wassergehalt ist hierbei so angenommen, wie ihn Hr. Prof. Gmelin bestimmt hat, da mir zu einer sicheren Ermittlung eine hinreichende Quantität des Materials fehlt. Die durch Salzsäure abgeschiedene Kiesel-

1) Nephelin im Dolorit am Katzenbuckel. Heidelberg 1822.

selerde hatte ungefähr 2,5 Proc. in kohlensaurem Natron unlöslichen Rückstand hinterlassen, welcher offenbar aus feinen Partikeln der Gebirgsart bestand. Eine erhebliche Verschiedenheit zwischen der Analyse von L. Gmelin und der meinigen besteht wohl nur darin, dass die relativen Mengen von Kali und Natron von einander abweichen. Der Grund hiervon ist ohne Zweifel in dem Verfahren zu suchen, welches Hr. Prof. Gmelin zur Bestimmung dieser beiden Alkalien anwendete. Er wog nähnlich die geglühten Chlormetalle, bestimmte dann durch Silbersolution die Menge der darin enthaltenen Salzsäure, und berechnete hieraus die erforderlichen Quantitäten von Chlorkalium und Chlornatrium, welche vorhanden seyn mussten, um jene Menge von Salzsäure in dem Gemenge beider Salze hervorzubringen. Bei näherer Betrachtung sieht man jedoch ein, dass ein jeder Gewichtsfehler durch diese Berechnung sehr vergrößert wird, indem eine geringe, mehr oder weniger gefundene Quantität von Chlor-silber schon einem ganz erheblichen Unterschiede in der relativen Menge von Kali und Natron entspricht.

II. Salzsäure- und Schwefelsäuregehalt in den Eläolithen.

Ich habe bei den oben angeführten Analysen noch zwei Bestandtheile übergangen, die wohl geeignet sind einer besonderen Berücksichtigung zu verdienen. Es sind dies kleine Mengen von Salzsäure und Schwefelsäure, welche sich in diesem Minerale finden. Herr Bromeis hat zuerst in seiner genannten Abhandlung darauf aufmerksam gemacht, und ich habe seine Beobachtung mehrfach bestätigt gefunden. Um verschiedene Arten des Eläoliths auf diesen Säuregehalt zu prüfen, wendete ich stets besondere Quantitäten dazu an, welche, sehr fein gepulvert, mit chemisch reiner Salpetersäure aufgeschlossen wurden. Die Salzsäure wurde alsdann

durch Silbersolution und die Schwefelsäure durch Chlorbarium bestimmt. Hr. Bromeis hat im weißen Eläolith vom Ilmengebirge 0,04 Proc. Salzsäure gefunden. Ich erhielt folgende Resultate:

	Salzsäure.	Schwefelsäure.	
1) Grüner Eläolith von Arendal	Spur	Spur	2 Vers.
2) Brauner Eläolith von ebendaher	Spur	—	
3) Weisser Eläolith v. Ilmengebirge	0,06	0,07	
4) Nephelin v. Monte Somma	0,22	0,10	1. Vers.
5) Derselbe	0,05	Spur	2. Vers.

Der erste und zweite Versuch mit dem Nepheline weichen sehr von einander ab. Es röhrt dies wohl daher, weil zum ersten eine Quantität von denjenigen Kry stallen genommen worden war, die zu den Analysen 10 und 11 angewendet wurden, und fremde Mineralien beigemengt enthielten, welche, wie z. B. Davyn, den Gehalt an diesen Säuren leicht vermehren konnten. Da die Menge derselben nur so gering ist, will ich keinesweges für eine grose Genauigkeit der angegebenen Gewichtstheile bürgen¹⁾; so viel ist aber gewifs, dass sie in den untersuchten Eläolithen vorhanden sind. Durch Erhitzen des Minerals bis zum Glühen entweichen sie nicht, sondern können in der geglühten Masse aufgefunden werden, die sich noch eben so leicht durch Säuren aufschliessen lässt wie zuvor. Auch durch Kochen mit Wasser werden sie nicht aus dem feinen Mineralpulver extrahirt. Aus diesem Verhalten geht also hervor, dass sie nicht einfach an eine Erde oder an ein Alkali gebunden seyn können, sondern dass sie eine wesentliche mineralische Verbindung bilden. Man könnte sich ihre Gegenwart dadurch erklären, dass sie eine geringe Menge von Kieselerde ersetzen, oder auch, dass allen Eläoli-

1) Zumal da die kleinen, hierbei erhaltenen Quantitäten von Chlorsilber stets schwärzlich und unschmelzbar sind.

then Spuren von dem ihm so ähnlichen Davyn beige-mengt sind. Ich hatte zuerst Verdacht, dass der bei der Zersetzung des Mineralpulvers durch Salpetersäure stets aufgelöst bleibende Theil Kieselerde eine Trübung mit Silbersolution hervorbringen könne, jedoch dies kann schon deswegen nicht stattfinden, weil die Trübung bei den verschiedenen Eläolithen, unter sonst gleichen Um-ständen, so sehr verschieden ausfällt, und namentlich beim braunen von Fredriksvärn nur eine kaum bemerkbare Spur bildet, während sie sich beim weissen vom Ilmengebirge und beim Nephelin vom Monte Somma nach Tage langem Stehen als Niederschlag absetzt. Salzsäure ist vielleicht übrigens ein sehr verbreiteter Bestandtheil vulkanischer Mineralien. Ich habe z. B. sehr deutliche Spuren davon im Analzim aufgefunden.

III. Chemische Formel der Eläolithe.

Aus allen angeführten Analysen wird es bis zur Ge-wissheit einleuchtend, dass man sowohl Eläolith wie Ne-phelin als aus 3 Atomen Kieselerde, 2 Atomen Thon-erde und 2 Atomen Alkali zusammengesetzt betrachten müsse. Berechnet man hiernach die Zusammensetzung, indem man zugleich berücksichtigt, dass das Mischungs-verhältniss von Natron zu Kali sich in sämtlichen un-tersuchten Species wie 4 : 1 verhält, so sollte dieselbe seyn :

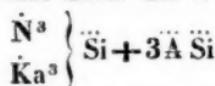
Kieselerde	44,67
Thonerde	33,12
Natron	16,12
Kali	6,09
	100,00.

Hierbei ist jedoch nicht Rücksicht genommen 1) auf den Wassergehalt, und 2) auf den Gehalt an salz- und schwefelsauren Salzen. Lässt man beide nicht außer Acht,

so findet man, daß die untersuchten Eläolitharten von ungefähr 0,5 bis gegen 2 Proc. fremde Bestandtheile enthalten, welche von den oben angeführten Mengen der wesentlichen Bestandtheile nach Verhältnis abgezogen werden müssen. Es müßte demnach zusammengesetzt seyn ein Eläolith von:

	0,5 Proc. fremde Bestandtheile.	1 Proc. fremde Bestandtheile.	2 Proc. fremde Bestandtheile.
Kieselerde	44,45	44,23	43,79
Thonerde	32,95	32,79	32,46
Natron	16,04	15,95	15,78
Kali	6,06	6,03	5,97
	99,50	99,00	98,00

Nach der früheren Annahme dagegen, welche im Eläolith 4 At. Kieselerde, 3 At. Thonerde und 3 At. Alkali voraussetzte, und dafür die Formel



annahm, sollten die drei entsprechenden Zusammensetzungen seyn:

Kieselerde	41,58	41,36	40,94
Thonerde	31,67	34,50	34,15
Natron	16,88	16,80	16,63
Kali	6,37	6,34	6,28
	99,50	99,00	98,00

Da die analysirten Eläolithe sich alle in der Menge der fremden Bestandtheile einem von diesen drei Fällen nähern, so können sehr leicht Vergleiche zwischen den gefundenen Zusammensetzungen und den entsprechenden berechneten angestellt werden. Man wird alsdann sehen, daß *keine* der Analysen sich dem Atomenverhältniß der alten Formel nähert, ausgenommen die beiden Analysen von Hrn. Bromeis. Dieser Chemiker hat sich deshalb in seiner erwähnten Abhandlung gegen meine

Ansicht ausgesprochen. Aber auch selbst diese Analysen geben noch 1 Proc. Kieselerde mehr als die ältere Formel verlangt, obgleich Herr Bromeis gewifs viel Sorgfalt angewendet hat, um nicht zu viel Kieselerde zu finden.

Man könnte nun noch der Ansicht seyn, wenn man sehr an der heiligen Dreizahl in den chemischen Formeln hängt, dass irgend ein Umstand in dem analytischen Verfahren bei Hrn. Francis und mir das constante vermeintliche Uebermaas an Kieselerde hervorgebracht habe. Ich will deshalb zur Beurtheilung eine Skizze der Methode geben, wie die sämmtlichen Analysen angestellt wurden. Das im Achatmörser fein geriebene, im Wasserbade getrocknete Mineralpulver wurde mit Salzsäure übergossen und bis zur Bildung einer vollkommenen Gelatine stetig umgerührt. Darauf wurde die Masse längere Zeit, gewöhnlich einen Tag, an einen erwärmtten Ort gesetzt, und dann, bei einigen Analysen zur Trockne abgedampft oder auch bei andern, noch vollkommen mit Säure durchdrungen, ohne vorheriges Eindampfen so gleich mit Wasser behandelt. Die zur Trockniß eingedampfte Masse wurde wieder mit Säure befeuchtet, etwa nach einer Stunde mit Wasser übergossen und filtrirt. Die Kieselerde wurde nach dem Glühen und Wiegen durch Kochen mit kohlensaurem Natron auf ihre Reinheit untersucht. Von der Thonerde, dem Eisenoxyd und dem Gemenge des Chlorkaliums und Chlornatriums wurden nachher noch kleine Quantitäten Kieselerde abgeschieden, welche zur Hauptmenge derselben hinzugerechnet wurden. Es giebt bei dieser Art der Analyse vier Punkte des Zweifels, wo es ungewiss ist, ob der wahre Kieselerdegehalt beeinträchtigt wird. 1) Fragt es sich, wenn man die bis zur Trockniß eingedampfte Masse des aufgeschlossenen Minerals mit Salzsäure befeuchtet, und sie in diesem Zustande $\frac{1}{2}$ bis 1 Stunde stehen lässt, ob hierbei auch wohl alle basisch gewordene salzaure Thon-

erde wieder gelöst werde. Bliebe welche zurück, so würde diese den Kieselerdegehalt vermehren, und nicht durch Kochen mit kohlensaurem Natron davon zu trennen seyn, da kleine Mengen Thonerde hiervon gelöst werden. Dafs jedoch hierdurch kein erheblicher Fehler entstehen kann, erhellt schon einfach daraus, dafs man keinen merkbaren Unterschied im Kieselerdegehalt erhält, ob man alle Säure verdampft, oder ob man die ganz mit Salzsäure durchdrungene Gelatine sogleich mit Wasser behandelt. Bei einigen der zuletzt angestellten Analysen habe ich übrigens zur weiteren Vorsicht die mit Salzsäure befeuchtete Masse mehrere Stunden stehen lassen. 2) Beim Kochen der geglühten Kieselerde mit einer concentrirten Auflösung von kohlensaurem Natron bleibt stets ein ungelöster Rückstand. Man hat hierbei zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder besteht das Un gelöste nur aus leichten, wie Kieselerde aussehenden Flocken, oder aus diesen und noch einem schwereren Pulver, welches eine sandige Beschaffenheit zeigt, und offenbar ein beigemengtes Mineral ist, welches nicht durch Salzsäure aufgeschlossen wurde. Letzteres muss also mit vollem Rechte von der ganzen zur Analyse angewendeten Menge abgezogen werden. Jene Flocken aber hält Hr. Bromeis für Thonerde, welche noch in der Kieselerde enthalten war, und durch Kochen mit kohlensaurem Natron nicht gelöst wurde. Dafs dies jedoch nicht so sey, geht schon daraus hervor, dafs, wenn man dieselben filtrirt und trocknet, sie ein Pulver bilden, welches mit Soda vor dem Löthrohre eine vollkommen klare Kugel giebt. Um mich noch näher von der Natur dieses Rückstandes zu unterrichten, schloß ich 10 Grm. des weissen und 10 Grm. des grünen Eläolithes mit Salzsäure auf. In beiden Fällen erhielt ich hierbei von der Kieselerde hinreichende Quantitäten dieses Rückstandes, um ihn genauer zu untersuchen. Ich fand, dafs er bestimmt über $\frac{2}{3}$ aus Kieselerde und nur etwas Thonerde

und Eisenoxyd bestehe. Man darf denselben also durchaus nicht zur Thonerde rechnen, wie Hr. Bromeis that. Ich vermuthe, daß diese Spur Thonerde dadurch in der Kieselerde zurückgeblieben sey, daß jene Klümpchen, welche sich, trotz fortgesetzten Umrührens, stets beim Aufschließen in der Gelatine bilden, Thonerdeauflösung in sich zurückhalten, welche, von umhüllender Kieselerde geschützt, nicht ausgewaschen werden kann. Beim Glühen verbindet sich alsdann diese Thonerde mit einer größeren Menge Kieselerde, und bildet damit jenen in kohlensaurem Natron unlöslichen Rückstand. Soviel ist gewiß, daß wenn man sich zur Aufschließung, anstatt einer concentrirten, nur einer verdünnten Säure bedient, wobei sich, wenn man stetig umröhrt, diese Klümpchen nicht bilden, sondern sich alles zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, man von der später erhaltenen Kieselerde nicht eine Spur dieses flockigen Rückstandes erhält, vorausgesetzt, daß die Kieselerde vollständig ausgesüßt war.

3) Hr. Bromeis meint, daß in der Kieselerde, welche von der gebrühten Thonerde durch längeres Digeriren mit Salzsäure abgeschieden wird, leicht noch Thonerde enthalten seyn könne. Die Quantität derselben kann aber wohl nur höchst unbedeutend seyn, da sich dieser Rückstand vor dem Löthrohre wie reine Kieselerde verhält. Sollte übrigens, was möglich ist, derselbe dennoch eine kleine Menge Thonerde enthalten, so wird diese gewiß durch die Spur Kieselerde balancirt, welche durch Kochen mit Salzsäure von dem Rückstande wieder gelöst wird. Denn fällt man die in Salzsäure gelöste Thonerde und Eisenoxyd von Neuem durch Ammoniak, so erhält man, nach abermaligem Glühen und Auflösen derselben, stets noch Spuren von Kieselerde. Die Versuche hierüber wurden in den bekannten, von Säuren unangreifbaren Göttinger Kolben gemacht ¹⁾.

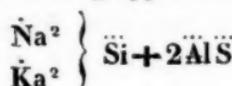
4) Wor-

1) Daß ein Theil der Kieselerde wieder aufgelöst wird, kann man sich folgendermaßen erklären. Kieselerde, welche in gebrühtem Zu-

aus besteht der Rückstand, welcher beim Auflösen des Chlorkaliums und Chlornatriums bleibt? Ich rechnete denselben bei den ersten Analysen stets zur Kieselerde, habe aber hierin gefehlt, indem ich nachher fand, dass derselbe aus Thon-, Kiesel-, Kalk- und zuweilen Talkerde bestand. Die zuerst angestellten Analysen geben daher nach meiner Formel etwas zu viel Kieselerde. Ich ließ mich durch die Unlöslichkeit dieses Rückstandes in Säuren täuschen, fand aber nachher, dass er mit Soda vor dem Löthrore durchaus zu keinem Glase schmolz.

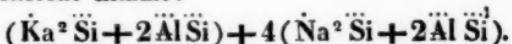
Bei den zuletzt unternommenen Analysen habe ich alle diese zweifelhaften Punkte berücksichtigt. Die Aufschliessung geschah bei derselben mit verdünnter Salzsäure, wobei man zugleich den Vortheil hat, da sich der Eläolith darin zu einer klaren Flüssigkeit auflöst, jedes fremde unlösliche Mineralpulver sogleich erkennen zu zu können. Bei der Analyse 13 waren nur wenige Stäubchen zu bemerken, die etwas Fremdartiges zu seyn schienen. Durch Kochen der hierbei erhaltenen Kieselerde mit kohlensaurem Natron blieben nur diese als ein sandartiges Pulver zurück, welches nicht mehr als 0,004 Grm. wog, und von der Menge des Minerals abgezogen wurde.

Nach allen angeführten Thatsachen scheint mir also fest zu stehen, dass Eläolith und Nephelin aus 3 Atomen Kieselerde, 2 At. Thonerde und 2 At. Natron und Kali zusammengesetzt sind. Man kann nun diese Atomenverhältnisse nicht einfacher gruppiren als in der Formel:



stande so gut wie unlöslich in Säuren ist, wird löslich, sobald man sie mit Alkali zusammenschmilzt. Aber nicht einmal dies ist hierzu erforderlich; schon manche der stärkeren, anderen Basen haben die Eigenschaft sie beim Zusammenglühen zum Theil löslich zu machen. In einer nächstens folgenden Abhandlung werde ich auf dies Verhalten zurückkommen.

oder, wenn man auf das Verhältnis von Kali und Natron Rücksicht nimmt:



Dass in diesen Formeln das Alkali (halbkieselsaures) mit mehr Kieselerde verbunden ist als die Thonerde (drittel-kieselsaure), kann wohl kaum als etwas Unnatürliches erscheinen ¹⁾.

Das Verhältnis des Sauerstoffs im Alkali zu dem der dazu gehörigen Kieselerde wie 2 : 3 ist übrigens nicht gänzlich neu in den mineralogischen Formeln, sondern durch Untersuchungen von Walmstedt ²⁾, die durch Regnault ³⁾ wiederholt sind, ist dasselbe im Prehnite nachgewiesen, welcher, nach diesen beiden Chemikern, die folgende Formel hat:



Aber es könnte leicht der Fall seyn, dass ein solches Verhältnis noch bei mehreren Mineralien stattfindet, wo die Analyse nicht gut mit der Formel übereinstimmt. Ich will hier meine Vermuthungen nicht näher anführen, sondern nur ein Beispiel erwähnen, wo meine Behauptung bis zur Evidenz einleuchtend wird. Es ist nämlich dies der kürzlich von Hrn. Prof. G. Rose analysirte Cancrinit ⁴⁾. Zwei Analysen dieses Minerals ergaben:

1) Es ist sogar einleuchtend, dass dies immer eintreffen muss, wenn bei der Bildung eines Minerals nicht Kieselerde genug vorhanden war, um alle Basen vollkommen zu sättigen: alsdann werden sich die letzteren nach dem Grade ihrer Stärke in die Menge der Kieselerde theilen. So ist z. B. in den Feldspäthen, welche als Gemengtheil der Granite stets mit überschüssiger Kieselerde vorkommen, sowohl Kali als Thonerde völlig damit gesättigt. Die Eläolithe aber finden sich, ob nun im Syenit, Miascit, Nephelinfels, Albit u. s. w., in allen diesen Gesteinen von *keinem freien Quarze* begleitet. Es war also bei ihrer Bildung ein Mangel an Kieselerde, und deshalb nahm das Kali, wegen seiner stärkeren Verwandtschaft, eine grölsere Menge davon auf als die Thonerde.

2) Berzelius, Jahresbericht, No. V S. 217.

3) Ann. des Mines, Ser. III T. XIV p. 154.

4) S. die oben angeführte Abhandlung über das Ilmengebirge.

Kieselerde	40,59	40,26
Thonerde	28,29	28,24
Natron	17,38	17,66
Kali	0,57	0,82
Kalkerde	7,06	6,34
Kohlensäure	6,38	6,38
	<hr/>	<hr/>
	100,27	99,70.

Hr. Prof. G. Rose stellt hiernach folgende Formel auf, von der er jedoch selbst hinzufügt, daß sie nicht gut stimme:



Es ließe sich also das Mineral als aus 1 At. Natron-Eläolith (nach der *älteren Formel*) und aus 1 At. Kalkspath bestehend betrachten, und sollte folgende Zusammensetzung haben:

Kieselerde	38,23
Thonerde	31,89
Natron	19,41
Kalk	5,89
Kohlensäure	4,58
	<hr/>
	100,00.

Nimmt man nun aber meine Formel für den Eläolith als die richtige an, so würde die Formel für den Cancrinit:



und hiernach berechnet, sollte seine Zusammensetzung seyn:

Kieselerde	39,11
Thonerde	28,98
Natron	17,65
Kalkerde	8,03
Kohlensäure	6,23
	<hr/>
	100,00.

Man kann wohl kaum bei einer Analyse eine genügendere Uebereinstimmung der Formel mit der gefundenen Zusammensetzung verlangen. Nur darin scheinen sie etwas von einander abzuweichen, dass die Formel den Kalkgehalt etwa 1 Proc. höher angiebt. Fast gänzlich verschwindet aber dieser Unterschied, wenn man annimmt, dass das Kali einen Theil des Kalkes ersetze. Dass aber Kalk und Kali sich vorzugsweise ergänzen, sehen wir aus den Analysen 10, 11 und 12 vom Nephelin. Dieser letztere ist eigentlich nur wesentlich von den übrigen Eläolithen verschieden durch die grössere Menge von Kalk, welche er enthält. Es scheint aber, dass hauptsächlich die Menge des Kalis durch sein Auftreten vermindert worden wäre, während die des Natrons keinesweges im Verhältniss differirt. Im Cancrinit ist also wirklich 1 At. Nephelin enthalten, von einer Zusammensetzung wie man sie früher beim vesuvischen annahm, wie sie aber bis jetzt nicht in einem isolirten Minerale gefunden ist.

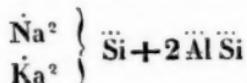
Bei näherer Betrachtung findet man, dass der Cancrinit sogar ein besseres Prüfungsmittel für die Richtigkeit meiner Formel darbietet, als der Eläolith selbst. Der Atomenwerth des Eläoliths nach der älteren Formel (wenn man 4 Si, 3 Äl, 2,4 Na und 0,6 Ka addirt) ist = 5529, nach der neuen dagegen (wenn 3 Si, 2 Äl, 1,6 Na und 0,4 Ka addirt werden) = 3877. Da nun das Gewicht eines Atoms kohlensauren Kalks = 632 ist, so folgt daraus, dass bei der procentischen Berechnung der Bestandtheile einer Verbindung beider Atome durch diese verschiedenen Atomenwerthe bedeutende Differenzen entstehen müssen. In der That, wäre das Atomengewicht des Eläoliths = 5529, so dürfte der Cancrinit nur etwa 10 Proc. kohlensauren Kalk enthalten, während er nach meiner Formel 14 Proc. enthalten muss. Letztere Zahl findet sich aber durch die beiden Analysen G. Rose's bestätigt.

IV. Farbe der Eläolithe.

Nur zwei der analysirten Varietäten dieses Minerals sind gefärbt, nämlich die von Fredriksvärn, die eine grün, die andere braun. Werden beide fein gepulvert und mit concentrirter Salzsäure zersetzt, so hat die abgeschiedene Kieselerde dieselbe Farbe wie das Mineral zuvor, nur in einem schwächeren Grade. Besonders deutlich ist dies bei dem grünen Eläolith zu sehen, welcher intensiver gefärbt ist als der braune, und mit dem ich daher vorzugsweise Versuche anstellte. Selbst wenn die concentrirte Salzsäure abgedampft und die zurückbleibende trockne Masse wieder mit Säure befeuchtet und mit Wasser übergossen wird, behält die abfiltrirte Kieselerde noch ihre Farbe bei, welche aber sogleich verschwindet, sobald die Kieselerde geglüht wird. Ferner wird sie zerstört, wenn man die Kieselerde mit Salpetersäure erhitzt, oder das Mineral sogleich mit rauchender Salpetersäure aufschließt. Durch dieses letzte Verhalten ist wohl genugsam dargethan, daß die Farbe organischen Ursprungs ist. Von eigenthümlicher Beschaffenheit muß aber dieser Farbstoff gewiß seyn, da er der Einwirkung rauchender, ja selbst chlorhaltiger Salzsäure widersteht.

Aus diesen Untersuchungen der Eläolithe ergeben sich also in Kürze folgende Hauptresultate :

1) Die Formel für Eläolith und Nephelin ist zu



zu verändern. Das Mischungsverhältnis von Natron und Kali verhält sich hierbei wie 4 : 1. Beide Mineralien sind durchaus dieselben, nur ist letzterer durch etwas höheren Kalkgehalt charakterisiert.

2) Eläolithe der verschiedensten Fundorte zeigen

Spuren von Salz- und Schwefelsäure, besonders der ersten.

3) Der Wassergehalt der Eläolithen ist sehr abweichend und nur als eine Zufälligkeit zu betrachten. [Er ist höchst wahrscheinlich nur hygroskopisch, und wird bei 80° R. vielleicht durch eine ähnliche Kraft vom Verdunsten zurückgehalten, wie mehrere poröse Körper sie auf gasförmige Stoffe ausüben.]

4) Die Farbe einiger Eläolithen ist organischen Ursprungs.

5) Das specifische Gewicht der Eläolithen ist äußerst nahe 2,6.

IX. Chemische Untersuchung der zersetzen Feldspatkristalle aus dem rothen Porphyrr von Ilmenau; von Gustav Crasso,

Arcanist der Königl. Porcellanmanufatur in Meissen.

Aus den Untersuchungen von Forchhammer ergibt sich, dass die Porzellanerde eine in bestimmten Verhältnissen zusammengesetzte Verbindung von Thonerde, Kieselsäure und Wasser ist, die aus der Zersetzung des Feldspaths entsteht, und zufällig mit mehr oder weniger grossen Mengen unzersetzten Feldspaths und auch mit Quarz gemengt ist. Die Formel, welche Forchhammer für die Porzellanerde aufstellt, ist: $\text{Al}^3 \text{Si}^4 + 6\text{H}_2\text{O}$, wonach also immer 3 Atome Feldspath in ein Atom wasserfreie Porzellanerde, die sich mit Wasser verbindet, und in 1 Atom eines Kalisilikats = $\text{K}^3 \text{Si}^8$, welches ausgelaut wird, zerfallen. Forchhammer hat seine Versuche größtentheils mit der geschlämmten Porzellanerde, die in verschiedenen Porzellansfabriken verarbeitet wird, angestellt, und hat nicht die zersetzen Feldspatkry-

stalle untersucht, die in den zersetzen Porphyren und Graniten so häufig vorkommen, und, wenn auch vollkommen in eine erdige Masse verwandelt, die Form des Feldspaths noch vollständig erkennen lassen. Es schien daher nicht ohne Interesse, an solchen Krystallen die von Forchhammer aufgestellte Formel der Porzellanderde zu prüfen. Als ich während des Sommers 1839 in dem Laboratorium des Hrn. H. Rose arbeitete, schlug mir Hr. G. Rose die Untersuchung von solchen zersetzen Feldspathkrystallen vor, und übergab mir zugleich mehrere dergleichen, die er zu einer solchen Untersuchung seit längerer Zeit gesammelt hatte.

Ich fing die Untersuchung sogleich an, und beschäftigte mich fast die ganze Zeit meines Aufenthaltes in Berlin damit; konnte dieselbe aber doch noch nicht so weit führen, dass sie sich schon jetzt zur Bekanntmachung eignete. Indem ich mir daher diese noch vorbehalte, bis ich noch einige Analysen zu ihrer Vervollständigung beendet haben werde, erlaube ich mir inzwischen die Mittheilung eines in anderer Hinsicht nicht uninteressanten Resultates jetzt vorauszuschicken, welches ich unerwarteter Weise bei dieser erhalten habe.

Es ergab sich nämlich, dass die schönen Zwillingskrystalle von anscheinend halb zersettem Feldspath aus dem rothen Porphyr bei Ilmenau in der That nur noch schwache Reste von Feldspath enthalten, und dagegen, der Hauptmasse nach, in kohlensauren Kalk und Eisenoxyd verwandelt worden sind, folglich ein sehr auffallendes und ausgezeichnetes Beispiel von Afterkristallisation darbieten.

Die Krystalle selbst sind bekannt; sie sind gewöhnliche Zwillingskrystalle von derselben Form wie der Feldspath, der so häufig im Granit, z. B. von Carlsbad, eingewachsen ist, nur sind die Krystalle kleiner und viel schmäler als diese, wenngleich sie für Krystalle aus einem Porphyr eine bedeutende Grösse haben, da sie

gewöhnlich die Länge eines Zolles, zuweilen auch von zwei Zollen erreichen. Sie haben eine rothbraune Farbe, sind so weich, dass sie sich mit Leichtigkeit mit dem Messer ritzen lassen und haben einen erdigen Bruch. In diesem sieht man oft recht deutlich, dass das Ganze ein Gemenge verschiedenartiger Substanzen ist.

Bei einer vorläufigen Untersuchung, wobei sich dieselben in einen in Chlorwasserstoffsäure löslichen und einen darin unlöslichen Theil trennen ließen, wurde Kohlensäure, Kieselsäure, Kalk, Eisen, Mangan, Thonerde, Kali und Natron gefunden. Die weitere Untersuchung geschah so, dass der in Säure lösliche und der darin unlösliche Theil, jeder für sich bearbeitet wurde, um aus der Zusammensetzung des letzteren vielleicht Feldspath oder Kaolin nachweisen zu können.

Das höchst fein gepulverte, im Wasserbade getrocknete, Mineral wurde mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure übergossen und einige Tage hindurch bei gewöhnlicher Temperatur, unter bisweiltem Umrühren, stehen gelassen. Als bei neuem Säurezusatz kein Aufbrausen mehr eintrat, wurde die völlig klare Auflösung abgegossen, der Rückstand aber einen Tag lang anfangs bei gewöhnlicher Temperatur, dann aber auch einige Stunden bei ungefähr 40° R. mit starker Säure in Berührung gelassen. Der hierdurch erhaltene, ungelöste Rückstand wurde ausgesüft und geglüht.

Von 8,221 Grm. angewendeten Minerals blieben 2,639 Grm. ungelöst, was

32,1 Proc. in Chlorwasserstoffsäure unlöslichen, und
67,9 - darin löslichen Bestandtheilen entspricht.

Die hierdurch erhaltenen stark sauren Auflösungen wurden mit Ammoniak übersättigt, und der erhaltene braune Niederschlag, aus Thonerde und Eisenoxyd bestehend, bei größtmöglichem Ausschlusse der Luft schnell abfiltrirt und ausgesüft, die durchgelaufene Flüssigkeit aber mit Oxalsäure und mit etwas Ammoniak versetzt.

Nachdem durch erstere alle Kalkerde ausgefällt worden war, wurde die durch Glühen erhaltene kohlensaure Kalkerde mit kohlensaurem Ammoniak behandelt. Sie wurde hierauf in sehr verdünnter Salpetersäure gelöst, um das zu gleich mit niedergefallene Manganoxyd abzuscheiden. Die von der oxalsauren Kalkerde abfiltrirte Solution wurde zur Trockniß eingedampft, der Rückstand anfangs nur erst bis zur Verflüchtigung der Ammoniaksalze erhitzt, sodann aber ausgeglüht und gewogen, worauf die zurückgebliebenen Chlorverbindungen zur Zersetzung des Chlormagnesiums mit kohlensaurem Ammoniak so lange der Glühhitze ausgesetzt wurden, bis sich das Gewicht nicht weiter änderte. Nachdem die alkalischen Chlormetalle durch Auflösen in wenig Wasser von der erhaltenen Talkerde geschieden worden waren, wurden dieselben mit Chlorplatin versetzt, die Auflösung bis beinahe zur Trockniß eingedampft, und das ausgeschiedene Chlorplatin-Kalium mit Weingeist ausgewaschen. Die spirituöse Auflösung wurde eingedampft, der Rückstand ge-glüht, mit Wasser ausgesüßt und die Auflösung langsam verdunstet, ohne jedoch Krystalle von Chlornatrium zu erhalten. — Der durch Ammoniak erhaltene braune Niederschlag wurde in möglichst wenig Chlorwasserstoffsäure gelöst und mit Kali gekocht, um die Thonerde aufzulösen, die Auflösung sodann schnell abfiltrirt, mit so viel Chlorwasserstoffsäure versetzt, bis sich alle anfänglich niedergefallene Thonerde wieder aufgelöst hatte, und endlich die Thonerde mit kohlensaurem Ammoniak gefällt. Nach dem Aussüßen, Trocknen und Glühen derselben wurde sie nochmals in Chlorwasserstoffsäure gelöst und wieder mit kohlensaurem Ammoniak niedergeschlagen, um alle Spuren von Kali daraus zu entfernen.

Das durch Kochen mit Kali von der Thonerde getrennte Eisenoxyd wurde in Chlorwasserstoffsäure gelöst, und die völlig neutrale Lösung mit neutralem bernsteinsauren Ammoniak gefällt.

Die von 8,221 Grm. des angewendeten Minerals erhaltenen löslichen Bestandtheile, an Gewicht 5,582 Grm., waren sonach zusammengesetzt aus:

Kohlensaurem Kalk	= 4,066
Eisenoxyd	= 0,923
Thonerde	= 0,114
Talkerde	= 0,050
Manganoxydul	= 0,014
Kali	= 0,050
Verlust	= 0,365
	<hr/>
	5,582 Grm.

Da die erhaltene Quantität des nach der Behandlung des Minerals mit Chlorwasserstoffsäure ungelöst gebliebenen Rückstandes zu gering war, um zwei Analysen, eine mit kohlensaurem Natron zur Bestimmung der Kieselsäure, und eine mit Fluorwasserstoffsäure zur Bestimmung der Alkalien, vornehmen zu können, so wurde nur Fluorwasserstoffsäure zum Aufschließen angewendet, und zu diesem Behufe 2,590 Grm. mit concentrirter Säure übergossen.

Nachdem die Fluorwasserstoffsäure hinreichend lange eingewirkt hatte, wurde etwas Schwefelsäure zugegossen, die Flüssigkeit zur Trockniß eingedampft und der Rückstand bis zum Glühen erhitzt. Die erhaltenen schwefelsauren Salze wurden sodann mit Hülfe von etwas Chlorwasserstoffsäure aufgelöst, und Thonerde und Eisenoxyd mit Ammoniak niedergeschlagen. Die Trennung beider geschah ganz auf die schon oben erwähnte Weise.

Da kein Kalk mehr zugegen war, so wurden die schwefelsauren Salze durch essigsauen Baryt zersetzt, die abfiltrirten essigsauen Salze eingedampft und gegläut. Die hiedurch erhaltenen kohlensauren Alkalien wurden mit wenig Wasser aufgelöst, mit Chlorwasserstoffsäure und Chlorplatin versetzt, und bis fast zur Trockniß eingedampft, endlich aber das ausgeschiedene Chlorplatin-

kalium mit Weingeist ausgewaschen und im Wasserbade getrocknet. Die spirituöse Auflösung gab durch Abdampfen, Ausglühen des dadurch gewonnenen Rückstandes und Aussüszen desselben mit Wasser, Krystalle von Chlor-natrium.

Talkerde wurde aber nicht darin aufgefunden. Der in Chlorwasserstoffsäure unlösliche Anteil der Krystalle enthielt demnach:

Thonerde	= 0,477 =	18,420	Proc.
Eisenoxyd	= 0,105 =	4,054	-
Kali	= 0,122 =	4,710	-
Natron	= 0,017 =	0,656	-

(durch Verlust bestimmte) Kiesel-

säure	= 1,869 =	72,160	-
-------	-----------	--------	---

Nach den Resultaten beider Analysen besteht dagegen die Gesamtmasse der Krystalle aus:

Kohlensaurem Kalk	= 49,458	Proc.
Kieselsäure	= 23,167	-
Eisenoxyd	= 12,528	-
Thonerde	= 7,299	-
Talkerde	= 0,608	-
Manganoxydul	= 0,170	-
Kali	= 2,120	-
Natron	= 0,211	-

In dieser so heterogenen Zusammensetzung des ganzen Fossils lassen sich nun die Producte zweier ganz verschiedenen Bildungsstufen nicht erkennen, wovon das der früheren durch den in Säure unlöslichen Bestandtheil, das der späteren aber durch den löslichen Gehalt der Krystalle repräsentirt wird.

Der unlösliche Theil stellt sich nämlich offenbar als ein zurückgebliebenes Gerippe der ursprünglich vorhanden gewesenen wirklichen Feldspathkrystalle dar, wogegen der lösliche erst später an die Stelle der durch Zersetzung des Feldspaths entfernten Bestandtheile desselben getreten zu seyn scheint.

Der Kali- und Thonerdegehalt des letzteren dürfte inzwischen wohl auch noch dem Feldspathe mit zuzurechnen seyn, und daher auf eine sehr vorsichtige Behandlung der Trennungsmethode des schon gebildeten Kaolins von noch unzersetztem Feldspathe hinweisen¹).

X. Ueber die Zusammensetzung der Afterkristalle des Augits; von Carl Rammelsberg.

Die vorstehende Untersuchung über die Zusammensetzung verwitterter Feldspathkrystalle veranlaßt mich, die Resultate einiger Versuche mitzuteilen, welche in der Absicht angestellt wurden, um die Mischung der merkwürdigen Mineralsubstanzen zu ermitteln, die in der gewöhnlichen Form des Augits unter verschiedenen Verhältnissen, und auch von verschiedener äußerer Beschaffenheit vorkommen.

Die Untersuchung bezog sich

1) auf die in eine gelbliche thonige Masse verwandelten Augitkrystalle, welche in der Nähe von Bilin gefunden werden. Sie sind von beträchtlicher Grösse, oft 1" lang, und zeichnen sich dadurch aus, daß die Abstumpfungsflächen der scharfen Seitenkanten der Säule in der Regel sehr vorherrschen, so daß die Krystalle oft tafelartig erscheinen. Ihre Farbe ist äußerlich gelbbraun, im Innern hingegen gelblichweiss. Sie sind sehr weich, und lassen den blättrigen Bruch des Augits nicht mehr wahrnehmen.

1) Die Krystalle von Ilmenau bieten ein interessantes Gegenstück zu den zersetzten Feldspathkrystallen aus Cornwall dar, die in zersetzten Granit eingewachsen sind, und nicht selten sein eingesprengten Zinnstein enthalten. Die Königliche Mineraliensammlung in Berlin besitzt mehrere Exemplare der Art.

G. R.

2) Die verwitterten Augitkrystalle vom *Vesuv*, in einem ganz porösen, zelligen, gelblichweissen Gestein vorkommend. Sie sind von geringer Grösse, und besitzen eine weisse, zuweilen in's Gelbe oder Röthliche ziehende Farbe. Vor den Krystallen von Bilin zeichnen sie sich durch die Schärfe ihrer Umrisse und einen lebhaften Fettglanz auf den Krystallflächen aus. An dieser Abänderung kann man leicht die fortschreitende Veränderung erkennen, welcher sie auf ihrer natürlichen Lagerstätte unterworfen waren; so findet man darunter Krystalle, deren Farbe noch nicht gebleicht, sondern ein Schiefergrau ist; andere, welche an der Oberfläche schon weiss und porcellanähnlich erscheinen, im Innern jedoch einen dunkeln Kern einschliessen, der mehr oder minder bedeutend ist, und von diesen wiederum zahlreiche Uebergänge in solche, deren Masse ganz und gar gebleicht ist.

3) Endlich die in einer graulich- bis gelblichweissen, erdigen Masse, welche sehr wahrscheinlich ein zersetzer Basalt ist, porphyrartig eingewachsenen Augitkrystalle aus dem *Fassathal*, welche durch ihre grüne Farbe vor allen anderen ausgezeichnet sind, und deshalb oft als Grünerde bezeichnet werden. Theils sind es ausgebildete Krystalle in der gewöhnlichen Form, theils kugelige Aggregate. Ihre Farbe variiert etwas; die dunkleren zeigen noch deutlich den blättrigen Bruch des Augits, und besitzen auch noch einen Glanz, der den lichteren Krystallen fehlt.

Die Analyse von Substanzen dieser Art könnte nur in dem Falle über ihre fortschreitende Veränderung Auskunft geben, wenn man die verschiedenen Uebergänge, wie sie die äusseren Kennzeichen andeuten, für sich untersuchen, und zu jeder einzelnen Analyse nur solches Material verwenden könnte, welches sich auf gleicher Stufe der Zersetzung befindet. Dass diese Bedingungen jedoch in aller Schärfe nicht zu erfüllen sind, lehrt der

Anblick von denjenigen Krystallen, welche außen mehr zersetzt sind als im Innern, ohne dass man eine scharfe Gränze zwischen beiden Theilen finden kann, was auch durch die Natur des Zersetzungspocesses an und für sich selbst klar wird. Dafs dieser letztere auch nicht in allen Fällen derselbe gewesen ist, sondern unter verschiedenen Bedingungen erfolgte, scheinen die Resultate der nachfolgenden Untersuchung zu zeigen.

I. Krystalle von Bilin.

Mit Chlorwasserstoffsäure übergossen, erfolgt kein sonderlicher Angriff; sie enthalten mithin keine kohlen-saure Kalkerde.

1,918 Grm., im Wasserbade getrocknet, verloren beim Glühen 0,175.

0,927 Grm. wurden auf gewöhnliche Art durch Glühen mit kohlensaurem Natron u. s. w. zerlegt. Beiden Versuchen zufolge bestehen diese Krystalle aus:

	Sauerstoff.
Kieselsäure	60,626 31,50
Thonerde	23,085 10,78
Eisenoxyd	4,207 1,29
Kalkerde	1,275
Talkerde	0,910
Wasser	9,124 8,11
	<hr/> 99,227.

Die beigefügten Sauerstoffmengen zeigen an, dass die gefundenen Zahlen sich einem neutralen Silikat von der Formel $\text{Al}_2\text{Si}_3 + 3\text{H}$ nähern; denn ein solches besteht, der Rechnung zufolge, aus:

Kieselsäure	63,86
Thonerde	23,69
Wasser	12,45
	<hr/> 100.

Dennoch könnte es seyn, daß diese Annäherung ganz zufällig wäre, da man in dem Resultat dieses, mit einem einzelnen Krystall angestellten Versuchs keine Gewähr für eine gleiche Zusammensetzung bei allen anderen finden darf. Das aber ergiebt sich aus der Analyse, daß der beträchtliche Gehalt des Augits von Kalk- und Talkerde durch die Verwitterung fast vollständig ausgelaut ist, aber man bemerkt zugleich, daß auch eine ansehnliche Menge von Kieselsäure und Eisen entfernt wurde. Legen wir z. B. die Analyse des Augits aus dem Rhöngebirge von Kudernatsch¹⁾ zum Grunde, in der Voraussetzung, daß die Zusammensetzung desselben auch die ursprüngliche des Biliner Augits gewesen, und der Thonerdegehalt in der Substanz geblieben sey, so finden wir, daß ein Silikat von Kalkerde, Talkerde und Eisoxydul entfernt worden ist, worin sich der Sauerstoff der Basen zu dem der Säure = 3 : 4 verhält²⁾. Andererseits möchte es wahrscheinlicher seyn, anzunehmen, daß jene Basen nicht in einer gemeinsamen Verbindung, sondern für sich, die Kalkerde als Carbonat, das Eisen als Oxyd, ausgewaschen seyen.

II. Krystalle vom Vesuv.

Zur Analyse wurden nur solche Krystalle verwendet, welche im Innern keinen dunklen Kern zeigten, und folglich in gleichem Grade verwittert seyn dürften. Sie wurden von Säuren nicht angegriffen.

Durch ähnliche Versuche, wie bei den vorhergehenden, ergab sich folgende Zusammensetzung:

1) Diese Annalen, Bd. XXXVII S. 577.

2) Sonderbarerweise ist dies Verhältniß zugleich das des Thonerdesilikats in Forchhammer's Formel der Kaolinmischung.

Kieselsäure	85,34
Thonerde	1,58
Eisenoxyd	1,67
Kalkerde	2,66
Talkerde	1,70
Wasser	5,47
	98,42.

Bei diesen Krystallen wurden mithin alle Basen der ursprünglichen Mischung bis auf geringe Ueberreste extrahirt, selbst die Thonerde, deren Gehalt, nach Kudernatsch, in dem frischen Augit des Vesuvs 5,37 Proc. ausmacht. Sollte sich nicht dies Resultat dadurch erklären lassen, dass in der Nähe des Vulkans stärkere Säuren, als die Kohlensäure der Luft, ihren Angriff auf den Augit ausübten, und auch die schwache Basis, die Thonerde, von ihnen fortgeführt wurde?

III. Krystalle aus dem Fassathale.

Bei diesen war es nicht möglich, nur solche zu einem Versuche anzuwenden, welche genau von gleicher äußerer Beschaffenheit waren, um so weniger, als sie erst durch Zerschlagen des Gesteins und Auslesen erhalten werden konnten. Nachdem ich eine Analyse mit kohlensaurem Natron gemacht hatte, bemerkte ich bei einer zweiten, bei welcher zur Bestimmung eines etwaigen Alkaligehalts zur Aufschliessung Fluorwasserstoffsäure genommen wurde, ein Brausen, und fand dann, dass diese grünen Augitkrystalle zuweilen kohlensauren Kalk enthalten, gerade wie Hr. Crasso es bei den Feldspatkristallen von Ilmenau gefunden hat; das Resultat der ersten Analyse beweist jedoch, dass sie auch fast kalkfrei vorkommen.

	I. Anal. mit kohlens. Natron	II. mit Fluorwas- serstoffsäure.
Kieselsäure	45,87	—
Thonerde	11,18	11,73
Eisenoxydul	24,63	16,42
Kalkerde	1,50	8,89 = 15,8 kohlens. Kalk
Talkerde	0,28	4,47
Wasser (Glühver- lust)	9,92	—
Kali (natronhaltig)	—	5,52

Beim dritten Versuche wurde das gepulverte Fossil mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure gelinde erwärmt, und die erhaltene Auflösung für sich untersucht. Der unlösliche Theil machte 72,55 Proc. aus. Die Analyse ergab :

	im auflöslichen Theil.	im unauflös- lichen Theil.	
Kohlens. Kalkerde	55,52	Kieselsäure	54,42
Eisenoxyd (etwas thonerdehaltig)	32,57	Eisenoxydul	21,60
Talkerde	4,15	Thonerde	14,21
Kali	1,82	Talkerde	0,77
Wasser u. Verlust	5,94	Wasser	3,60
	100,00	Kali (Verlust)	5,40
	100,00	100,00	

oder im Fossil, als Ganzes betrachtet :

Koblenzaure Kalkerde	15,24
Eisenoxyd	8,94
Kieselsäure	39,48
Eisenoxydul	15,66
Thonerde	10,31
Talkerde	1,70
Alkali, Wasser u. Verlust	8,67
	100.

Das Auffallendste in der Zusammensetzung dieser Augitkristalle ist ihr nicht unbeträchtlicher Alkaligehalt, dessen Anwesenheit deswegen so rätselhaft erscheint, weil der Augit bekanntlich kein Alkali enthält. Jedenfalls sind bei der allmäßigen Umwandlung der Augite des Fassathals andere Bedingungen eingetreten, als bei den übrigen; schon die Anwesenheit einer großen Menge von Eisen im Zustande des Oxyduls spricht dafür.

Die Grünerde vom Monte Baldo wird, nach Klaproth¹⁾, von Säuren nicht angegriffen, und enthält 53 Kieselsäure, 28 Eisenoxyd(ul), 2 Talkerde, 10 Kali und 6 Wasser.

XI. Ueber die Verzögerung der elektrischen Entladung durch Leiter, welche dem Schließungsdrähte der Batterie nahe stehen;
von Peter Riefs.

Bei einer ausgedehnteren Versuchsreihe über den Nebenstrom der elektrischen Batterie, von welcher bereits der erste Theil in diesen Annalen bekannt gemacht ist, bin ich zu einer Klasse von Erscheinungen gelangt, die ich einzeln aufzuführen wünsche, da dieselben in nahem Bezug zu den Untersuchungen stehen, die ich vor langerer Zeit über Wärmeerregung im Schließungsbogen der Batterie angestellt habe. Als ich früher die in einem bestimmten Querschnitte des Schließungsbogens erregte Wärme betrachtete, habe ich dieselbe abhängig dargestellt von dem Bruche $\frac{q}{z}$ (Poggendorff's Annal.

Bd. XXXIII S. 76), in welehem der Zähler die in der Batterie angehäufte Elektricitätsmenge, der Nenner das

1) Dessen Beiträge, Bd. IV S. 239.

Zeitintervall bezeichnet, das während der Entladung der Batterie verfließt. Der Nenner z erwies sich als eine bestimmte komplexe Function von der Elektricitätsmenge, von der Beschaffenheit der Batterie und von der des Schließungsbogens; es war also bei Anwendung derselben Elektricitätsmenge eine Änderung der Erwärmung in einem bestimmten Theile der Schließung nur dadurch zu bewirken, daß die Batterie oder der Schließungsbogen selbst verändert wurde. Die Annahme, daß eine solche Änderung des Apparats unmittelbar die Entladungszeit der Batterie modifiziert, wird durch anderweitige Erfahrungen wahrscheinlich gemacht; ich glaube, daß dieselbe eine nicht geringe Unterstützung findet in den nachfolgenden Versuchen, die eine Art zeigen, die elektrische Erwärmung im Schließungsbogen beliebig zu vermindern, ohne Änderung der wesentlichen Theile des Apparats.

Ich hatte in dem Schließungsbogen der Batterie zwei besondere Stücke eingeschaltet: einen Platindraht (143",5 lang, rad. 0",041), der sich in der Kugel meines größeren Luftthermometers (Annal. XXXXIII S. 51) befand, und einen Kupferdraht (12' 8" lang, 0",55 dick), der auf einer mit schwarzem Pech überzogenen Holzscheibe von 6" Durchmesser zu einer flachen Spirale gewunden war. Diese Spirale (Haupt-Spirale), deren Enden in fester Verbindung mit den übrigen Theilen des Schließungsbogens blieben, stand auf einem Glasfusse ungefähr 4 Fuß von der Batterie und 7 Fuß von der Elektrisirmaschine entfernt; sie erlitt weder einen Einfluß von der freien Elektricität des Apparats, noch konnte ihr das Residuum der Batterie eine Ladung ertheilen, da sie durch die früher beschriebene Einrichtung des Schließungsbogens in steter metallischer Verbindung mit dem Zinkdache des Hauses blieb. Die Versuche betreffen die Erwärmung des in dem Luft-Thermometer ausgespannten Platindrahtes, welche der Anzeige des Thermometers proportional ist.

Um überall dieselbe Elektricitätsmenge (in den Tabellen mit q bezeichnet) und dieselbe Größe der Batterie (mit s bezeichnet) zu haben, betrachten wir die Anzeige des Thermometers (Θ) für $q=1$ und $s=1$, welche nicht beobachtet, sondern auf die früher begründete Weise aus einer Anzahl von Beobachtungen abgeleitet wird. Da hier den absoluten Zahlenwerthen keine Bedeutung gegeben wird, so berechnete ich jeden der gesuchten Werthe nur aus sechs, und zwar einzelnen Beobachtungen, die ich indefs, bei dem Interesse des Gegenstandes, in den Tabellen mittheile.

Es wurde zuerst die Erwärmung des Platindrahtes gesucht in drei Beobachtungsreihen: 1) bei alleinstehender Hauptspirale, 2) wenn ihr gegenüber und mit ihrer Ebene parallel in der Entfernung von $2\frac{1}{2}$ Linie eine Kupferscheibe (6" 10" Durchm. 0",33 dick) stand, 3) wenn ihr gegenüber in der Entfernung von $2\frac{1}{2}"$ eine ihr ganz ähnliche Spirale (Nebenspirale) isolirt aufgestellt war, deren Enden durch zwei, 0",55 dicke Kupferdrähte geschlossen waren, die zusammen eine Länge von 3' 8" besaßen. — Die Kugeln der Maassflasche standen überall $\frac{1}{2}$ Linie von einander entfernt.

s	q	Hauptspir. allein Anzeige Θ des Thermometers.	Hauptspirale mit Kupferscheibe Θ		Hauptspirale mit Nebenspirale Θ
			Θ	Θ	Θ
5	8	6,7	7,0	7,1	
	10	10,8	10,2	10,4	
	12	15,5	14,2	15,4	
	10	8,8	8,6	8,6	
	12	12,7	12,4	12,0	
	14	16,9	14,5	16,0	
		$\Theta = 0,43 \frac{q^2}{s}$	$\Theta = 0,41 \frac{q^2}{s}$	$\Theta = 0,42 \frac{q^2}{s}$	

Die Erwärmung des Platindrahtes für die Einheit der Ladung verhält sich in den drei Beobachtungsreihen wie 0,43, 0,41, 0,42, ist also nahe dieselbe; ein ähnlicher

Werth wurde gefunden, als die Enden der Nebenspirale frei blieben. Diese Gleichheit der Erwärmung unter so verschiedenen Umständen könnte im ersten Augenblicke auffallen. Es ist nämlich aus früheren Versuchen bekannt, dass sowohl in der Kupferscheibe als in der geschlossenen Nebenspirale durch die Hauptspirale ein elektrischer Strom, und zwar, da die Leitung desselben sehr vollkommen ist, ein sehr intensiver, erregt worden ist. Dieser Nebenstrom lässt sich sichtbar machen, wenn man die Enden der Kupferdrähte an der Nebenspirale nicht verbindet, sondern 0,2 Linie von einander entfernt hält. Es geht dann bei allen in der Tabelle aufgeführten Ladungen ein glänzender Funke in dieser Unterbrechung über, ohne dass die Erwärmung in dem Schließungsdrahte merklich geändert wird¹⁾. Der Nebenstrom erregt also in dem Schließungsdräht keinen neuen Strom irgend einer Art, da hierdurch die Erwärmung nothwendig geändert werden müfste. Dies ist mit andern Erfahrungen vollkommen übereinstimmend, nach welchen ein elektrischer Strom durch Vertheilung nur dann entsteht, wenn derselbe in sich zurücklaufen kann, welches ihm bei dem Schließungsdrähte der Batterie nicht gestattet ist.

Es ließ sich indefs vermuten, dass die Batterientladung in anderer Weise durch den Nebenstrom verändert werden könnte. Wird nämlich nach der zu Anfang erwähnten Annahme durch Veränderung einer Schließung das Zeitintervall geändert, in welchem dieselbe eine gewisse Elektricitätsmenge entladen, so kann eine verringerte Leitung des Nebenstroms nicht ohne Einfluss auf die Entladung der Batterie bleiben. Die Entladung der Batterie ist, wie sich aus Wheatstone's Versuchen schliessen lässt, aus aufeinanderfolgenden partiellen

1) Ich habe früher gezeigt, dass der Nebenstrom, durch die erregte Erwärmung bestimmt, wenig vermindert wird, wenn er mit einem Funken übergehen müs. Poggend. Annal. Bd. XXXXVII S. 68.

Entladungen zusammengesetzt. Jede dieser Entladungen wird in dem Nebendrahte einen elektrischen Strom erregen, der in kürzerer oder längerer Zeit verschwindet, je nachdem er eine bessere oder schlechtere Leitung zu durchlaufen hat. Ist die Leitung des Nebendrahtes sehr vollkommen in Bezug auf die des Hauptdrahtes, so wird eine jede partielle Entladung der Batterie erst eintreten, nachdem der elektrische Strom im Nebendrahte erloschen ist, und daher keine oder doch nur eine geringe Einwirkung erfahren, die hier nicht in Betracht kommt. Dies war der Fall bei den oben mitgetheilten Versuchen, wo der Nebenstrom eine sehr gute Leitung im Kupfer fand. Verringern wir diese Leitung, so wird der einzelne Nebenstrom eine längere Zeit bestehen, und eine partielle Entladung der Batterie wird eintreten, während im Nebendrahte der Strom noch fortbesteht, der von der vorhergehenden partiellen Entladung erregt wurde. In diesem Falle findet also der Schließungsdräht der Batterie während der ganzen Dauer der Entladung den Nebendraht von einem Strom durchlaufen, der, wie ich früher gezeigt habe, mit dem Entladungsstrome selbst gleiche Richtung hat. Nehmen wir nun an, daß hierdurch der Entladungsstrom verzögert wird, so muß die Erwärmung im Schließungsdrähte der Batterie vermindert werden können dadurch, daß wir dem Nebendrahte eine unvollkommenere Leitung geben. Dies zeigt sich im Versuche auf ganz unzweideutige Weise.

Ich stellte vor der Hauptspirale die Nebenspirale in der Entfernung von 5" auf, und verband die Enden der letzteren durch einen Platindraht von 138" Länge und 0",023 Radius. Die Verminderung der Erwärmung im Schließungsdrähte der Batterie zeigen die folgenden Beobachtungen, die wiederholt wurden, nachdem die Nebenspirale der Hauptspirale auf 2½" Entfernung genähert worden war.

Nebenspirale durch Platindraht geschlossen.

s	q	Entfernung von der Hauptspirale: 5". Anzeige Θ des Therm.	Entfernung von der Hauptspirale: $2\frac{1}{2}"$. Θ
5	8	5,2	4,7
	10	8,3	7,1
	12	10,7	8,9
	10	6,5	5,5
	12	9,5	7,7
	14	11,8	10,3
		$\Theta = 0,32 \frac{q^2}{s}$	$\Theta = 0,27 \frac{q^2}{s}$

Es ist also, ohne dass an der Batterie oder der Schließung derselben das Mindeste geändert wurde, die Erwärmung in dem Schließungsdrähte von 0,43 auf 0,32 und 0,27 vermindert worden. Man sieht ferner, dass, als die Nebenspirale geschlossen und unverrückt an ihrer Stelle blieb, das Einschalten eines dünnen Platindrahtes zwischen ihren Enden die Erwärmung im Schließungsdrähte der Batterie in dem Verhältnisse von 0,42 zu 0,27 verminderte. Diese Verringerung der Erwärmung lässt sich viel weiter treiben; ich führe noch eine Versuchsreihe an, in welcher die Nebenspirale $2\frac{1}{2}"$ von der Hauptspirale entfernt, durch einen $460"$ langen $\frac{1}{12}"$ dicken Draht aus Neusilber (Packfong) geschlossen war.

Nebenspirale durch Neusilber geschlossen.

 $2\frac{1}{2}"$ von der Hauptspirale entfernt.

s .	q .	Anzeige Θ des Therm.
5	10	4,8
	12	6,4
	14	8,0
	12	4,6
	14	6,9
	16	8,7
		$\Theta = 0,17 \frac{q^2}{s}$

Diese Beobachtungen wurden nicht wesentlich geändert, als der Nebenstrom mit Funken übergehen musste. Der Neusilberdraht in der Nebenspirale hat also die Erwärmung in dem Schließungsbogen der Batterie in dem Verhältnis von 0,43 zu 0,17 vermindert, und würde bei grösserer Länge und Dünne dieselbe noch bedeutender verringert haben. Ueber das Verhältnis dieser Verminderung zur Verlängerung des Drahtes können nur zahlreiche Versuche entscheiden, die ich jetzt anzustellen verhindert bin, doch darf ich eine hierher gehörige Erfahrung nicht übergehen. Ich hatte durch einen Neusilberdraht von 7 Fuß Länge die Erwärmung auf 0,12 vermindert, und schloß nun, da kein Draht von grösserer Länge zur Hand war, die Nebenspirale durch eine mit Wasser gefüllte Glaskugel von 9 Zoll Länge. Hier fand sich die Erwärmung im Schließungsdrahte 0,39 (aus zwei Beobachtungen), also fast eben so gross, als ob kein Nebendraht vorhanden gewesen wäre. Es ist dies mit einem früheren Versuche übereinstimmend (diese Annal. Bd. XXXXVII S. 75), aus dem sich ergiebt, dass wenn die Schließung der Nebenspirale durch einen Halbleiter von zu bedeutender Länge geschieht, die in der Spirale nach einer Richtung erregte Elektricität in dieselbe in entgegengesetzter Richtung zurückgeht. Da unter »elektrischer Strom« eine Elektricitätsbewegung nach *einer* Richtung verstanden wird, so kann man sagen, dass in dem Versuche mit der Wasserkugel kein Nebenstrom erregt wurde, wodurch dann die Wirkungslosigkeit des Nebendrahtes sogleich klar ist.

Die hier dargelegte Verminderung der Erwärmung im Schließungsdrahte hatte sich mir zuerst in einer etwas anderen Art des Versuches gezeigt, die ich mit anführen will, da sie bequem und vollkommen hinreichend zur Erkennung der Erscheinung ist. — Es waren dicht vor der Hauptspirale zwei quadratische Glasscheiben von 8 Zoll Seite aufgestellt, zwischen welchen Zinnblätter

verschiedener Dicke festgeklemmt wurden. Die folgende Tabelle zeigt den Einfluß dieser Vorrichtung auf die Erwärmung im Schließungsdrähte:

<i>s</i>	<i>q</i>	Zwischen den Scheiben		
		zwei Stanniolblätter 0",0268 dick. Anz. Θ des Therm.	ein Stanniolblatt 0",01 dick. Θ	ein Blatt unächtes Silberpapier. Θ
4	8	5,6	3,5	
	10	8,0	6,0	4,7
	12	10,5	8,0	6,3
	14			8,8
5	10	6,5	4,6	
	12	9,0	6,4	5,3
	14	12,0	8,0	6,6
	16			9,0
		$\Theta = 0,32 \frac{q^2}{s}$	$\Theta = 0,22 \frac{q^2}{\varepsilon}$	$\Theta = 0,18 \frac{q^2}{s}$

Als in einem oben aufgeführten Versuche die Kupferscheibe vor der Hauptspirale stand, war die Erwärmung im Schließungsdrähte der Batterie 0,41 gefunden worden, diese ist, wie man sieht, dadurch auf 0,18 vermindert, daß die Kupferscheibe mit einem Blatt unächten Silberpapiers vertauscht wurde.

Es läßt sich aus diesen Versuchen folgern:

Wenn eine bestimmte Elektrizitätsmenge, in der Batterie angehäuft und durch einen Draht entladen, in einem Nebendrahte einen elektrischen Strom erregt, so wird dadurch die entladene Elektrizitätsmenge nicht verändert; die Dauer aber der Entladung wird in dem Maße verzögert, als die Leitung des Nebendrahtes unvollkommener ist, als die des Hauptdrahtes.

XII. Ueber den Zusammenhang der Krystallform und der chemischen Zusammensetzung;
von E. Mitscherlich.

(Aus den Berichten der K. Preuss. Academie.)

Die Krystallform des Kupferchlorürs ist ein Tetraëder; man erhält bestimmbare Krystalle, wenn man Kuperchlorür, welches sich beim Vermischen einer Auflösung von Kupferchlorid und von Zinnchlorür ausscheidet, in heißer Salzsäure auflöst, und die concentrirte Auflösung erkalten lässt. Das Kupferchlorür ist weifs; dem Sonnenlichte ausgesetzt, wird es zersetzt und färbt sich bläulich. Kupferchlorür verbindet sich mit Chlorkalium, Chlor-natrium und Salmiak; die Chlorkaliumverbindung erhält man in grossen, gut bestimmbaren Krystallen, deren Form ein Rectangulär-Octaëder ist, wenn man Kupferchlorür mit etwas Wasser übergießt, welches man bis zum Kochen erhitzt, und darauf so lange Chlorkalium hinzusetzt, bis das Kupferchlorür aufgelöst ist, und die Auflösung in einem verschlossenen Gefäß erkalten lässt. Die Krystalle $\text{CuCl} + 2\text{KCl}$ sind wasserfrei und ein interessantes Beispiel einer Verbindung von zwei Substanzen, deren Form zum regulären System gehört, und deren Verwandtschaft zu einander so schwach ist, dass sie keinen bedeutenden Einfluss auf die Form ausgeübt haben kann. Die Natriumverbindung erhielt M. nicht krystallisiert, sie ist für den Amalgamationsproces von Wichtigkeit.

Die Krystallform des Kupferchlorids ist nicht gut zu bestimmen; mit dem Chlorkalium und dem Salmiak liefert es zwei Doppelverbindungen, welche man aus den heißen concentrirten Auflösungen der zusammengemischten Verbindungen beim Erkalten derselben leicht in gut bestimmbaren Krystallen erhält; ihre Zusammensetzung

ist von mehreren Chemikern untersucht worden. Die Krystalle der Chlorkaliumverbindung, $\text{KCl} + \text{CuCl} + 2\text{H}_2\text{O}$, sind mit denen der Salmiakverbindung, $\text{NH}_3 \cdot \text{HCl} + \text{CuCl} + 2\text{H}_2\text{O}$, isomorph; ihre Form ist ein Quadrat-Octaëder.

Das Kupferoxydul erhält man auf nassem und trockenem Wege in derselben Krystallform, welche von G. Rose am vollständigsten beschrieben ist, in Octaëdern mit vielen secundären Flächen desselben, auf trocknem Wege, wenn man Kupfer beim Zutritt der Luft schmilzt, so erhält man es z. B. bei der Behandlung des Kupfers im Speisofen in größeren Krystallen, auf nassem Wege, wenn man Kupferoxydsalze, wie Vogel es z. B. nachgewiesen hat, mit Zucker versetzt, oder wenn man Kupferchlorür oder schweflige saures Kupferoxydul mit Natron zersetzt. Vermittelst Zucker erhält man es am leichtesten, wenn man eine Auflösung von Zucker und Kupfervitriol so lange mit Natron versetzt, bis das Kupferoxydhydrat sich vollständig aufgelöst hat; auf einen Theil Kupfervitriol muss man ungefähr einen Theil Zucker anwenden, damit sich die in Wasser lösliche Verbindung bilde: die Auflösung hat eine intensiv blaue Farbe, bei gelinder Erwärmung sondert sich allmälig daraus rothes Kupferoxydul aus, welches an der Luft sich nicht verändert, erhitzt kein Wasser abgibt und keine fremde Beimengungen enthält; unter dem Mikroskop erscheint es krystallinisch. Das Kupferoxydul, welches man mit Natron und Kupferchlorür erhält, sieht orange aus; längere Zeit im Wasserbade bei 100° erhitzt, verändert es seine Farbe nicht, sie wird nur intensiver; erhitzt man es nachher im Metallbade, so giebt es allmälig Wasser ab, welches aber nur 3 Proc. beträgt; bei 360° hat es alles Wasser abgegeben, sieht aber noch orange aus; erst wenn man es bis zur Rothglühhitze erhitzt, wird es roth; entweder ist das orangefarbene Kupferoxydul ein Hydrat, $4\text{Cu} + \text{H}_2\text{O}$, oder es hält, als ein poröser Körper,

wie die Kohle, Wasser mit grosser Kraft zurück; für die letztere Ansicht spricht die geringe Menge Wasser, und dass die Farbe sich nach dem Austreiben des Wassers nicht verändert. Das orangefarbene Kupferoxydul zeigt keine Spuren von Krystallisation; die Ausscheidung des rothen Kupferoxyduls aus einer wässrigen Auflösung zeigt, dass, wenn ein Körper sich bei einer niedrigen Temperatur aus einer Flüssigkeit unter solchen Umständen, dass seine Krystallisationskraft thätig werden kann, ausscheidet, er dieselben Eigenschaften, welche er durch eine hohe Temperatur erhält, besitzt. Das Kupferoxydul, welches in der Natur vorkommt, ist auf nassem Wege entstanden.

Das Schwefelkupfer, CuS , kommt in zwei Formen krystallisiert vor; in Octaëdern erhält man es, wenn man Schwefel und Kupfer bei einer erhöhten Temperatur mit einander verbindet, wenn man z. B. im Großen Schwefelkupfer für die Bereitung von Kupfervitriol darstellt. Die Form des Schwefelkupfers, welches in der Natur vorkommt, stimmt mit der Form des Schwefeleisens, FeS , wie sie G. Rose beschrieben hat, so nahe überein, wie es nur bei isomorphen Körpern der Fall ist; allein diese Isomorphie ist nur scheinbar, denn die Form des Schwefelkupfers ist nach der Symmetrie der Flächen ein vierseitiges Prisma, sie ist aber von Interesse, da sie auf eine besondere Betrachtungsweise der Gruppierung der Atome führt, welche weitläufiger bei der Krystallform des Zinkoxyds, welche mit diesen Formen übereinstimmt, erwähnt werden wird. Ein Halb-Schwefeleisenmangan, welches von Karsten untersucht worden ist, kommt in schönen Octaëdern auf denselben Schlacken, in welchen man in Schlesien das Titan gefunden hat, krystallisiert vor.

Das Bleioxyd kann man auf nassem und trocknem Wege in bestimmmbaren Krystallen erhalten, und zwar in derselben Form. Bei verschiedenen metallurgischen

Proceszen, bei welchen absichtlich oder zufällig gröfsere Massen von geschmolzenem Bleioxyd langsam erkalten, krystallisirt es in grossen Rhomben-Octaëdern, welche nach einer Richtung, die der Oberfläche der Blättchen, welche Form die schnell erkaltete Glätte gewöhnlich annimmt, entspricht, leicht spaltbar sind. Auf nassem Wege ist das Bleioxyd von Vogel, Houtou und Payen dargestellt worden. Erkennbare Krystalle erhält man, wenn man, wie Houtou angiebt, Bleioxyd in einer verdünnten Kaliflüssigkeit auflöst und sie Kohlensäure anziehen lässt, oder, nach Payen, essigsäures Bleioxyd mit Ammoniak in Ueberschufs versetzt; die Krystalle sind nicht Octaëder, wie Houtou es angegeben hat, sondern Rhomben-Octaëder mit denselben Winkeln, wie die des durch Schmelzen erhaltenen krystallirten Bleioxyds. Löst man in einer kochenden concentrirten Kaliflüssigkeit so viel Bleioxyd auf, als sie aufzulösen vermag, so sondert sich das Bleioxyd beim Erkalten derselben in Blättchen aus, welche ganz wie die durch Schmelzen erhaltene gelbe Glätte aussehen; nimmt man nicht zu viel Bleioxyd, so beginnt die Ausscheidung erst, wenn die Flüssigkeit schon die gewöhnliche Temperatur angenommen hat. Ueber den gelblichen Blättchen bemerkt man oft rothe, welche sich, ohne Rückstand zu lassen und ohne Aufbrausen in verdünnter Essigsäure und Kohlensäure auflösen, also keine Mennige sind; ähnliche Beobachtungen sind von Vogel gemacht worden. Erhitzt man die rothen Blättchen, so werden sie beim Erkalten gelb; erhitzt man das gelbe Oxyd, so zeigt es beim Erhitzen eine eben so rothe Farbe, wie die rothen Blättchen; beim Erkalten nimmt es seine frühere gelbe Farbe wieder an. Hieraus folgt, dass die Lage der Atome, welche bei einer erhöhten Temperatur die Ursache der rothen Farbe des Bleioxyds ist, auch bei einer niedrigeren Temperatur hervorgebracht werden kann, und bei der gewöhnlichen sich beibehält; und zugleich erklärt sich daraus, weshwegen

die käufliche Glätte häufig roth aussieht, wenn sie auch keine Spur von Kupferoxydul oder Mennige enthält.

Fällt man essigsaures Bleioxyd oder ein anderes Bleisalz mit Kali oder Natron, so scheidet sich ein weißer Körper aus; im Wasserbade bei 100° getrocknet, verändert er seine Farbe nicht. Wenn man ihn längere Zeit getrocknet hat, so giebt er, wenn er in einem Metallbade etwas über 100° erhitzt wird, kein Wasser mehr ab, verändert auch seine Farbe nicht; wird die Temperatur aber höher gesteigert, so giebt er $3\frac{3}{4}$ Proc. Wasser ab, wird dabei roth und nachher beim Erkalten gelb; verhält sich also wie gewöhnliches Bleioxyd. Der weiße Körper ist demnach Bleioxydhydrat, $\text{Pb}^2\text{H}_2\text{O}$. Bei derselben Temperatur erhält man also das Bleioxyd wasserfrei, wenn es krystallisiren kann, mit Wasser verbunden, wenn es auf eine Weise ausgeschieden wird, dass dieses nicht stattfinden kann; die chemische Verwandtschaft zwischen Bleioxyd und Wasser, welche erst durch eine Temperatur über 100° aufgehoben wird, wird bei der gewöhnlichen Temperatur durch die Krystallisationskraft aufgehoben. Diese Thatsache erklärt, wie der Anhydrit in Bildungen vorkommen kann, welche auf nassen Wege entstanden sind; für den Anhydrit muss man nun noch die Umstände aufsuchen, unter welchen bei einer niedrigen Temperatur die Krystallisation der wasserfreien schwefelsauren Kalkerde stattfinden kann. Dass die chemische Verwandtschaftskraft durch die Krystallisationskraft aufgehoben wird, ist ein seltener Fall, stets beobachtet man dagegen, dass die Kraft, womit feste Körper in Flüssigkeit sich auflösen und luftförmigen Zustand annehmen, durch die Krystallisationskraft vermindert wird, deswegen setzt sich an die schon ausgeschiedenen Krystalle ab, was sich aus einer krystallisirenden Flüssigkeit aussondert, oder was von einem Gas in den festen Zustand übergeht. Niederschläge, welche in Flüssigkeit entstehen, bestehen entweder aus gröfseren oder

kleineren Krystallen, oder aus kleinen Kugeln, welche gewöhnlich an einander gereiht sind, oder aus conglutinirten Massen, indem die einzelnen Theile sich nicht zu Krystallen vereinigen, sondern durch Wasser von einander getrennt sind, und zusammenhaften, wie zwei Glassplatten, deren Oberflächen mit Wasser benetzt und die durch Wasser vollständig von einander getrennt sind; solche Massen können als Flocken, Lappen, granulöse und gallertartige Bildungen unter dem Mikroskop erscheinen, sie sind biegsam, und bleiben es, so lange sie feucht erhalten werden; geht das bindende Wasser fort, so zerfallen sie entweder zu einem Pulver oder bilden glasige Massen. Im feuchten Zustande haben diese Massen die physikalischen Eigenschaften der frischen vegetabilischen und animalischen Gewebe, so dafs, also gegen die gewöhnliche Annahme, diese Art von Bildungen sowohl in der anorganischen als organischen Natur vorkommt. Ein großer Theil der Niederschläge besteht aus solchen Massen, z. B. die Thonerde, das kohlensaure Bleioxyd etc. In einigen Flüssigkeiten sind diese Niederschläge viel leichter löslich, als derselbe Körper, wenn er krystallisiert ist; werden sie mit einer solchen Flüssigkeit übergossen, so lösen sie sich nach und nach darin auf, und aus der Flüssigkeit sondert sich der gelöste Antheil in Krystallen aus, so dafs nach und nach die ganze Masse sich in Krystalle verändert.

Das Salmiak verbindet sich mit Quecksilberchlorid zu dem bekannten Alembrothsalz, $\text{NH}_3 \text{HCl} + 2\text{HgCl} \rightarrow \text{HgCl}_2 + \text{NH}_4^+$, dessen Form mit dem von Bonsdorff untersuchten Kaliumquecksilberchlorid, $\text{KCl} + 2\text{HgCl} \rightarrow \text{HgCl}_2 + \text{K}^+$, übereinstimmt.

Mit dem Ammoniak verbindet sich das Quecksilberchlorid in zwei Verhältnissen; die eine Verbindung, $2\text{HgCl} + \text{NH}_3$, ist schon lange bekannt. Man erhält sie sehr leicht, wenn man Quecksilberoxyd mit Salmiak destillirt. Die zweite Verbindung, $\text{HgCl} + \text{NH}_3$, erhält man, wenn man zu einer Salmiakauflösung Ammoniak

hinzusetzt, und zu der Flüssigkeit, welche man bis zum Kochen erhitzt, so lange Quecksilberchloridauflösung hineintröpfelt, als die entstandene Fällung sich noch wieder auflöst; beim Erkalten der Flüssigkeit sondert sich die Verbindung in kleinen Krystallen, in Granat-Dodecaëdern, aus. Diese Verbindung ist dem weissen Präcipitat häufig beigemengt, durch Wasser wird sie zersetzt. Ueberhaupt gilt nach der Untersuchung von C. G. Mitscherlich das von ihm, Kane und Ullgren durch die Analyse gefundene Verhältnis von Quecksilber, Chlor und Ammoniak nur für einen Körper, der bis zu einem bestimmten Punkt ausgewaschen ist.

C. Mitscherlich glaubte aus seinen Untersuchungen schliessen zu müssen, dass der weisse Präcipitat aus Quecksilberoxyd-Ammoniak mit Quecksilberchlorid verbunden bestehe, Kane dagegen, dass darin statt Quecksilber-Ammoniak Quecksilberamid enthalten sey; im ersten Fall muss man beim Erhitzen 3,5 Proc. Wasser erhalten, im letzteren kein Wasser. Kane erhielt dabei nur sehr wenig Wasser, und nach seiner Angabe nur Quecksilberchlorür und Stickstoffgas und Ammoniak mit einander gemengt. Beim Erhitzen des weissen Präcipitats erhält man jedoch, wenn man die Temperatur allmälig steigert, zuerst eine grosse Menge Ammoniak ohne eine Spur von Stickstoffgas, darauf Quecksilberchlorid-Ammoniak, welches man dadurch, dass es erhitzt erst schmilzt und dann sich verflüchtigt, sogleich vom Quecksilberchlorür unterscheiden kann, und Ammoniak, während in der Retorte ein rother Körper zurückbleibt, der sich bei einer Temperatur über 360° in Quecksilberchlorür, Quecksilber und Stickstoffgas zerlegt; destillirt man rasch, so zerlegt das Quecksilber das Quecksilberchlorid-Ammoniak, indem Quecksilberchlorür gebildet wird.

Den rothen Körper erhält man am reinsten, wenn man in einem Metallbade das Erhitzen so lange fortsetzt,

bis etwas Quecksilberchlorür sich gebildet hat; er besteht aus krystallinischen Schüppchen, und hat ganz das Ansehen des krystallinischen Quecksilberoxyds. Er ist in Wasser unlöslich, von den wässrigen Alkalien wird er nicht verändert, selbst nicht beim Kochpunkt der Flüssigkeit. Mit verdünnter und concentrirter Salpetersäure und ziemlich concentrirter Schwefelsäure kann die Verbindung gekocht werden, ohne dass sie zersetzt oder aufgelöst wird; mit concentrirter Schwefelsäure oder mit Salzsäure gekocht, zerstört sie sich und löst sich auf; es entwickelt sich dabei kein Gas. In der salzauren Flüssigkeit ist Quecksilberchlorid und Ammoniak enthalten. Erhitzt man sie bis jenseits des Kochpunkts des Quecksilbers, so entweicht Stickstoffgas; Quecksilberchlorür und Quecksilber sublimiren sich; durch mehrere Versuche wurden diese drei Substanzen bestimmt. Darnach besteht die Verbindung aus Quecksilberchlorid mit Quecksilberstickstoff, $2\text{HgCl} + \text{Hg}^3\text{N}$. Das Quecksilberstickstoff isolirt darzustellen, gelang nicht, weder durch Herüberleiten von Ammoniak über die erhitze Verbindung, noch durch vorsichtiges Erhitzen von Quecksilberoxyd-Ammoniak.

Aus der Zusammensetzung des Quecksilberstickstoffchlorids folgt, dass der weiße Präcipitat nicht aus einem Atom Quecksilberchlorid und einem Atom Quecksilberamid, $\text{HgCl} + \text{HgNH}_2$, bestehe, sondern aus 3 Atomen beider Substanzen, $3\text{HgCl} + 3\text{HgNH}_2$, indem beim Erhitzen zwei Atome Ammoniak, 2NH_3 , und ein Atom Quecksilberchlorid ausgeschieden werden; je zwei Atome von den ausgeschiedenen Quecksilberchlorid vereinigen sich mit einem Atom Ammoniak zu Quecksilberchlorid-Ammoniak, so dass drei Viertel des Ammoniaks frei entweichen. Quecksilberbromid verhält sich auf dieselbe Weise wie Quecksilberchlorid gegen Ammoniak, so dass auch beim Erhitzen des Quecksilberoxydbromids Quecksilberbromid-Ammoniak und Ammoniak fortgehen, und

Quecksilberstickstoffbromid zurückbleibt. Das Quecksilber verhält sich in diesen Verbindungen auf dieselbe Weise, wie das Kalium gegen Ammoniak; der olivenfarbene Körper, welchen man durch Einwirkung von Kalium auf trocknes Ammoniakgas erhält, ist Kaliumamid, 3KNH_2 , und der graphitähnliche, welchen man durch Erhitzen des Kaliumamids, wobei Ammoniak fortgeht, erhält, Kaliumstickstoff, K^3N .

Das Antimonoxyd erhält man auf nassem und trockenem Wege in zwei Formen krystallisiert, in regulären Octaëdern und in Prismen; auf trockenem Wege, indem man Antimon beim Zutritt der Luft verbrennt, gelegentlich erhält man es in grossen Mengen bei der Darstellung von Schwefelantimon aus den Erzen, Bonsdorff und Zinken haben es auf diese Weise erhalten; die Octaëder sitzen oft auf den Prismen, durch einen Löthrohrversuch kann man sich leicht überzeugen, dass sie nicht arsenige Säure sind. Auf nassem Wege erhält man es, wenn man Antimouoxyd in kochendem wässrigen Natron auflöst und die Flüssigkeit beim Ausschluss der Luft erkalten lässt; zuweilen erhält man auf diese Weise messbare reguläre Octaëder; versetzt man eine Brechweinsteinauflösung mit Ammoniak, Natron, Kali, von dem letzteren darf man jedoch keinen Ueberschuss anwenden, oder mit kohlensauren Alkalien, so scheidet sich nach einiger Zeit Antimonoxyd aus, jedoch in so kleinen Krystallen, dass man sie nur unter dem Mikroskop untersuchen kann; sie scheinen Octaëder zu seyn. Setzt man zu einer kochenden Auflösung von kohlensaurem Natron eine kochende Auflösung von Antimonchlorür hinzu, so scheidet sich das Antimonoxyd in Prismen aus, ganz denen ähnlich, welche in der Natur vorkommen. Versetzt man kalt eine Auflösung von Antimonchlorür mit einem Alkali oder kohlensaurem Alkali, so erhält man einen flokigen Niederschlag, welcher in der Regel schon beim Auswaschen und stets beim Trocknen zu einem aus Octaëdern bestehenden Pulver zerfällt. Auf nassem Wege

kann man keine Verbindung des Antimonoxyds, wie für einige Fälle H. Rose dieses schon gefunden hat, erhalten; schmilzt man dagegen Antimonoxyd mit kohlensaurem Natron, so entweicht Kohlensäure, und zwar ungefähr so viel, daß der Sauerstoff des Antimonoxyds sich zu dem des Natrons, welches Kohlensäure abgegeben hat, wie 3 : 1 verhält. Uebergießt man die Masse mit Wasser, so ist in der Flüssigkeit kaustisches Natron enthalten. Die arsenige Säure verbindet sich mit Weinsteinsäure und Traubensäure zu ähnlichen Salzen, wie das Antimonoxyd, welche in einer früheren Abhandlung beschrieben worden sind.

In bestimmbarer Krystallen kann man nur das antimonsaure Natron erhalten; am besten, indem man eine wässrige Auflösung von antimonsaurem Natron mit Natron versetzt. Antimonsaures Natron, mit Antimonsäure dargestellt, welche durch Zersetzen von Antimonsuperchlorid, wozu Chlor in grossem Ueberschufs geleitet war, bildete quadratische Prismen mit horizontaler Endfläche; die End- und Seitenkanten der Krystalle sind stets scharf, was bei den Prismen des Antimonoxyds nicht der Fall ist. Zuweilen sind die Prismen so niedrig, daß sie als Tafeln erscheinen. Diese Krystalle beobachtet man in vielen Fällen, in denen die Bildung von antimonigsaurem Natron angegeben ist. Versuche, antimonigsaures Natron in Krystallen nach den gewöhnlichen Angaben zu erhalten, mislangen; wenn Krystalle erhalten wurden, so waren es Krystalle von antimonsaurem Natron. Die Oxydationsstufen des Antimons sind, wie bekannt, von Berzelius untersucht und genau bestimmt worden; nach seinen Untersuchungen kann die antimonige Säure aus gleichen Atomen Antimonsäure und Antimonoxyd bestehen, auf eine ähnliche Weise also zusammengesetzt seyn, wie er es zuerst beim Magneteisenstein nachgewiesen hat. Antimonige Säure wurde durch Erhitzen des basisch salpetersauren Antimonoxyds und durch starkes Glühen von

Antimonsäure, welche aus Antimonsuperchlorid bereitet worden war, dargestellt. Sie wurde in einer Retorte mit Antimonsulphür geschmolzen, und aus der schwefeligen Säure, welche dabei entweicht, wurde ihr Sauerstoffgehalt bestimmt; die Verbindung, welche untersucht wurde, enthielt, wie Berzelius es gefunden hat, auf 100 Antimon 24,8 Sauerstoff. Diese Substanz wurde mit kohlensaurem Natron geschmolzen, wobei Kohlensäure fortging, mit vielem Wasser ausgekocht und filtrirt. Die Flüssigkeit wurde mit Salzsäure gesättigt, wodurch ein weißer Niederschlag entstand, welcher größtentheils Antimonoxyd war; der in Wasser unlösliche Rückstand wurde in Salzsäure aufgelöst und die verdünnte Auflösung mit kohlensaurem Natron gefällt. Dieser Niederschlag bestand größtentheils aus Antimonsäure mit etwas Antimonoxyd. Zur Untersuchung dieser Niederschläge wurde Weinstein angewandt; Antimonoxyd bildet damit das bekannte leicht krystallisirbare Doppelsalz, Antimonsäure eine sehr leicht lösliche Verbindung, welche an der Luft eintrocknet, ohne Spuren von Krystallisation. Der erste Niederschlag gab fast nur Krystalle von Brechweinstein, der zweite gleichfalls Krystalle von Brechweinstein, doch viel mehr von der eintrocknenden Verbindung; da diese das Krystallisiren des Brechweinsteins hindert, so war es nicht möglich die Menge desselben zu bestimmen. Löst man Antimonoxyd in wässrigem Natron auf, so sondern sich beim Zutritt der Luft nach einiger Zeit Krystalle von antimonsaurem Natron aus; dieselben Krystalle bilden sich, wenn man eine heiße Auflösung von Schwefelantimon in kohlensaurem Natron dem Zutritt der Luft so lange aussetzt, daß sie Sauerstoff anziehen kann; sie sind dem Kermes häufig beigemengt. Berthier führt an, daß sich durch Einwirkung des Antimons auf Salpetersäure Antimonoxyd, antimonige Säure und Antimonsäure bilde. Wendet man verdünnte Salpetersäure und keine erhöhte Temperatur an, so bildet sich ein kry-

stallinischer Körper, welcher basisch schwefelsaures Antimonoxyd ist; wendet man aber concentrirte kochende Salpetersäure an, und digerirt die erhaltene Verbindung nachdem man mit kohlensaurem Natron die Salpetersäure weggenommen hat, mit Weinstein und Wasser, so löst sie sich vollständig auf. Aus der Auflösung erhält man vermittelst Abdampfen zuerst viel Brechweinstein, zuletzt aber die an der Luft eintrocknende Verbindung von weinsteinsaurer Antimonsäure und weinsteinsaurem Kali, die von Berzelius schon beobachtet worden, welcher darin eine Modification des Antimonoxyds vermutete. Setzt man von dem mit concentrirter Salpetersäure erhaltenen oxydierten Antimon so lange zu einer kochenden Natronauflösung hinzu, als sich noch etwas auflöst, und setzt dann etwas Natron im Ueberschus zu, so sondert sich beim Erkalten der Flüssigkeit antimonsaures Natron aus, indem Antimonoxyd gelöst bleibt.

Digerirt man Antimonsulphid (Goldschwefel) mit Natron, so bildet sich das bekannte Natriumantimonsulphid und antimonsaures Natron, welches ungelöst zurückbleibt; aus der Auflösung erhält man das Schwefelsalz in Krystallen, sie enthält kein unterschwefligsaures Natron. Man könnte hieraus schliessen, dass der Goldschwefel eine bestimmte Verbindung von Antimon und Schwefel sey, wogegen andere Versuche sprechen; denn den Schwefel, welcher mehr darin enthalten ist, als im Antimonsulphür, kann man bei derselben Temperatur, wobei der Schwefel kocht, überdestilliren, und durch Auflösungsmittel, z. B. durch Schwefelkohlenstoff, aussiehen. Jene Zersetzung ist auch nicht entscheidend; denn wenn man Antimonoxyd, Schwefel und Natron digerirt, so giebt das Antimonoxyd zwei Fünftel seines Antimons an Schwefel ab, welcher damit Antimonsulphid bildet, und ändert sich in Antimonsäure um. Diese Zersetzung findet gleichfalls statt, wenn man Antimonsulphür, kohlensaures Natron, Schwefel, Kalkerde und Was-

ser zusammenkocht, und hiernach muß die Vorschrift zur Bereitung des Goldschwefels geändert werden; man erhält die größte Menge desselben, wenn man 18 Th. Antimonsulphur, 12 Th. wasserfreies kohlensaures Natron, 13 Th. Kalkerde und $3\frac{1}{4}$ Th. Schwefel anwendet; denn 8Sb , $18\text{Na}\ddot{\text{C}}$, 16S und 36Ca geben $3\text{Na}\ddot{\text{Sb}}$, 5NSb , $18\text{Ca}\ddot{\text{C}}$ und $18\text{Ca}\dot{\text{H}}$, der Ueberschufs an Kalkerde bewirkt eine schnellere Zersetzung des kohlensauren Natrons.

XIII. *Chemische Untersuchung der heißen Quellen von Ammaus am Galiläer Meer;* *von C. G. Gmelin.*

(Aus einer vom Verfasser übersandten Dissertation.)

Die Quellen, von denen hier die Rede ist, liegen am See von Tiberias oder Galiläer Meer, und sprudeln kaum einige Schritt vom Uferrand entfernt im Sande hervor. Sie bilden die heißen Schwefelbäder von Ammaus (d. h. *Balneum, Chammath* der Hebräer), und werden gegenwärtig, weil sich bis zu ihnen die Ruinen des weitläufigen Tiberias (*Thaberiah*) erstrecken, *Hammam Thaberiah* genannt. Von diesen Bädern sprechen alle Schriftsteller, doch ohne großen Gewinn für deren nähere Kenntniss. Alle Pilger haben sie auf ihren Wallfahrten besucht, auch *De Suchem* aus Paderborn i. J. 1340 der sie mit den Bädern von Aachen vergleicht¹).

Ihre Temperatur ist bedeutend hoch. Dr. A. Veit aus Bartenstein, von dem der Verf. die untersuchte Probe erhielt, konnte zwar, da ihm sein Thermometer zerbrochen war, die Temperatur nicht genau bestimmen,

1) Ritter's Erdkunde, 1. Ausgabe 2. Th. 3. Buch, Westasien, S. 318.

doch glaubte er sie nach dem Gefühle auf 50° bis 55° R. setzen zu müssen. Nachdem nämlich das Wasser von den Quellen ein Paar hundert Schritt weit in steinernen Kanälen bis zu einem kleinen Badehause des Ibrahim Pascha geleitet worden, wo es in einem 1½ bis 2 Zoll dicken Strahl ausströmt, ist es noch so heiß, dass man nur momentan die Hand darunter halten kann. In diesem Bade sowohl, wo es sich in einem großen Bassin ansammelt, als auch an den Quellen entwickelt das Wasser einen leichten Schwefelwasserstoff-Geruch, ohne dass man jedoch irgendwo Schwefel abgesetzt findet.

Das Wasser reagiert nicht auf Pflanzenfarben; eingekocht bläut es aber geröthetes Lackmuspapier, in Folge der Zersetzung seines Gehalts an salzsaurer Bittererde, wie denn auch bei der Destillation eine saure Flüssigkeit übergeht. Es perlt nicht und entwickelt beim Erhitzen nur wenig Luftblasen¹⁾). Durch eine Auflösung von Stärkmehl in verdünnter Schwefelsäure, wurde es, nach Zusatz von Chlorwasser, nicht gebläut und durch Chlorpalladium nicht gefällt. Es enthält also kein Jod. Eben so wenig konnte Brom und Salmiak darin nachgewiesen werden. Das specifische Gewicht des Wassers ergab sich = 1,022375, das des destillirten Wassers bei +9¾° R. = 1 gesetzt.

Die nähere chemische Zerlegung, nach den besten Methoden ausgeführt, ergab in 100 Th. Wasser folgende Bestandtheile :

- 1) Das Wasser war unterwegs gänzlich gefroren, so dass die Stöpsel der Flaschen zur Hälfte hervorgetrieben waren. Dr. V. öffnete daher die Flaschen vollends und ließ sie in einem ungeheizten Zimmer aufthauen. Da hiebei ein starker Geruch von Schwefelwasserstoffgas entwich, so war schon aus dieser Ursache keine Bestimmung des Gases möglich.

Chlornatrium	1,70167	Th.
Chlorkalium	0,04304	-
Chlorecalcium	0,81876	-
Chlormagnesium	0,22558	-
Schwefelsauren Kalk	0,12433	-
	2,91338.	

Die Summe dieser Bestandtheile stimmt genügend mit einem directen Versuch, bei welchem 100 Th. Wasser 2,94905 Th. scharf getrockneten und 2,86453 Th. bis zum anfangenden Glühen erhitzen Rückstand gaben. Der erstere Rückstand mußte nämlich noch Wasser enthalten, und in dem zweiten schon ein Theil des Chlormagnesiums zersetzt worden seyn ¹⁾.

XIV. Höhenbestimmungen im Kaukasus.

In seiner im verwichenen Jahre erschienenen Dissertation ²⁾ giebt Hr. Sawitsch folgende von ihm auf trigonometrischem Wege festgestellte Werthe der Höhe und geogr. Lage einiger der vorzüglichsten Punkte im Kaukasus.

	Höhe über dem Asowschen Meere		Nördliche Breite	Länge östlich von Stawropol.
	engl. Fuſſ	Par. Fuſſ		
Elborus	westl. Kuppe	+18493	+17352	43° 21' 21"
	örtl. Kuppe	+18421	+17285	43 21 0
Anonymus		+16913	+15870	43 3 13
Kasbek		+16532	+15514	42 42 3
Beschtau		+ 4595	+ 4312	44 6 5
Kaspisches Meer		— 80	— 75	1 2 8

- 1) Zum Schluß stellt der Verfasser noch einen Vergleich an zwischen diesem Wasser und dem des Todten Meeres, hinsichtlich dessen wir jedoch hier auf die Resultate seiner Analyse im Bd. IX dieser Annalen, S. 177 verweisen wollen.
- 2) Ueber die Höhe des Kaspischen Meeres und der Hauptspitzen des Kaukasischen Gebirges. (Dorpat 1839.)

Die Länge von Stawropol ist, nach Wisniewski, $= 39^{\circ} 39' 31''$ östl. von Paris. — Aus einer brieflichen Mittheilung des Hrn. S. an Hrn. v. Humboldt fügen wir noch hinzu, dass die Mineralquelle *Narsan*, ein kalter Säuerling, der in Russland sehr beliebt ist, und deshalb in St. Petersburg schon seit Jahren künstlich bereitet wird, nach Hrn. S's. Messung 10 bis 11 Tois. unterhalb der Festung *Kislowodsk* liegt, die eine Höhe von 400 Toisen über dem Asowschen Meere hat.

XV. Höhe des Argaeus.

Der Argaeus (jetzt *Ardschisch*) ist ein erloschener Vulkan, der sich unter $38\frac{1}{2}^{\circ}$ N. Br., an der Nordseite des Taurus, isolirt aus der Hochebene von Kaisarieh (Caesarea) erhebt und mit ewigem Schnee bedeckt ist. Hr. W. J. Hamilton, der diesen Berg im Juli 1837 erstieg und auf der Spitz des Kegels dicht an einander zwei mächtige Kratere antraf, setzt die Höhe desselben nach einem Mittel aus zwei barometrischen Messungen auf 13100 engl. F. (12290 Par. F.) über dem Meer und 8900 engl. F. über der Stadt Caesarea. Die Schneegränze fand er in 10300 engl. F. (9660 Par. F.) Höhe. (*Journ. of the geogr. Journ. Vol. VIII p. 151.*) — [Der Argaeus ist also nicht so hoch wie der *Demavend*, der nach der schon Ann. Bd. XXXXII S. 592 erwähnten Messung des Hrn. T. Thomson eine Höhe von 14700 engl. (13790 Par.) Fuß haben soll. (*J. of the geogr. Soc. Vol. VIII p. 112.*) Beide Messungen können übrigens nur als erste Annäherungen betrachtet werden, da sie auf einmaligen Barometer-Ablesungen ohne correspondirende Beobachtungen beruhen.]
